



**Una visión multidisciplinaria de
la Gestión del Agua en el Mercosur**

Editores
Alicia Fernández Cirelli
Alejandra V. Volpedo



2011

Una visión multidisciplinaria de la Gestión del Agua en el Mercosur



*Ministerio de Educación
Secretaría de Políticas
Universitarias*



ACTIVIDADES 20 AÑOS



Promoción de la
Universidad Argentina



Comité
Académico
Aguas AUGM



2011

Esta obra es una contribución del Proyecto “Enfoques Multidisciplinarios de la Gestión Integrada del Agua” (EMGIA) financiado por el Programa de Promoción de la Universidad Argentina (PPUA), Secretaria de Políticas Universitarias, Ministerio de Educación, 2011.
Edición: Alicia Fernández Cirelli y Alejandra V. Volpedo
Buenos Aires, Argentina, 2011
ISBN: 978-987-27629-0-2

Editores
Alicia Fernández Cirelli
Alejandra V. Volpedo

Universidades Integrantes

Universidad de Buenos Aires (UBA)

Alicia Fernández Cirelli

Alejandra V Volpedo

Universidad Nacional de La Plata (UNLP)

Jerónimo Ainchill

Eduardo Kruse

Universidad Nacional de Mar del Plata (UNMdP)

Daniel Martínez

Héctor Massone

Paula Darwich

Universidad Nacional de Rosario (UNR)

Graciela Sanguinetti

Universidades Asociadas

Universidad de la República (UdelaR)

Luis Silveira

Universidad Estadual de San Pablo (UNESP)

Luiz Augusto do Amaral

ÍNDICE

- 13** **Prólogo de las Editoras**
- 17** **Procesos hidrológicos en la llanura bonaerense:
condiciones naturales y modificaciones antrópicas.**
Eduardo Kruse y Jerónimo Ainchil
- 35** **Calidad del Agua.**
Alicia Fernández Cirelli
- 65** **El funcionamiento de los ecosistemas acuáticos:
síntesis de las teorías más relevantes.**
Alejandra Vanina Volpedo
- 79** **Aspectos Normativos de la gestión del agua en dos
procesos de integración asimétricos:
MERCOSUR y Unión Europea.**
Alejandra Auer y Matías Oscar Muñoz
- 95** **Agua, medioambiente y desarrollo. Consideraciones sobre
los servicios domiciliarios de agua potable y saneamiento.**
Federica Brenner, Alejandra Auer y Emilio J. Lentini
- 127** **Saneamiento ecológico.**
Romina Vidoni y Graciela Sanguinetti
- 151** **Pensar el agua desde las estrategias de comunicación.
La gestión del agua urbana y los desafíos de equidad.**
Sergio Mogliati
- 177** **La gestión integrada de recursos hídricos.**
Héctor E. Massone
- 211** **La participación social en la gestión integrada del agua.**
Claudia Mazzeo

Prólogo

Este libro surge en el marco del Proyecto “*Enfoques Multidisciplinarios de la Gestión Integrada del Agua (EMGIA)*”, financiado por el Programa de Promoción de la Universidad Argentina (PPUA) dependiente de la Secretaría de Políticas Universitarias (Ministerio de Educación).

Las Universidades Argentinas participantes en este proyecto (Universidad Nacional de Mar del Plata, Universidad Nacional de La Plata y Universidad Nacional de Rosario), lideradas por la Universidad de Buenos Aires (UBA), forman parte del Comité Académico Aguas de la Asociación de Universidades del Grupo Montevideo (AUGM). Dicho Comité viene desarrollando tareas relacionadas con la formación de capacidades institucionales, el fortalecimiento en la formación de posgrado de graduados universitarios y la vinculación entre universidades en la temática del agua, desde 1995. Está integrado por 13 universidades miembro de la región MERCOSUR (UBA, UNER, UNL, UNLP, UNR, UFPR, UFRGS, UFSC, UFSCar, UNA, UNE y UdelaR).

En 2009, se publicó el libro “*El agua en posgrados universitarios en el MERCOSUR*”, el cual resumía el análisis de las fortalezas, debilidades, amenazas y oportunidades de la oferta académica de posgrado referida a la problemática del agua en las universidades argentinas (UBA, UNMdP, UNER, UNL) y en universidades asociadas (UdelaR y UNESP). Esta publicación permitió evidenciar la necesidad de fortalecer la formación de recursos humanos de posgrado en la temática en la región, utilizando las nuevas tecnologías disponibles de la capacitación a distancia. En este sentido y a modo de iniciar este camino en el marco del Proyecto EMGIA se elaboraron materiales de apoyo.

El presente libro plasma avances en la elaboración de dichos materiales compartidos para un curso de posgrado que contemple las diferentes visiones de la compleja problemática del agua en forma multidisciplinaria y abarcativa. Esta obra contempla los aspectos legales, sociales, económi-

cos, comunicacionales y de participación junto con aspectos hidrológicos, hidrogeológicos, químicos y biológicos, para finalizar con una visión integradora del manejo y gestión del recurso; y está destinada a graduados de diferentes disciplinas que quieran iniciarse en la temática del agua.

Alicia Fernández Cirelli

Alejandra V. Volpedo

Procesos hidrológicos en la llanura bonaerense: condiciones naturales y modificaciones antrópicas

Eduardo Kruse¹ y Jerónimo Ainchil²

¹ Facultad de Ciencias Naturales y Museo (Universidad Nacional de La Plata) – CONICET. *kruse@fcnym.unlp.edu.ar*

² Facultad de Ciencias Astronómicas y Geofísicas (Universidad Nacional de la Plata). *geofisicaaplicada@gmail.com*

Introducción

El agua es uno de los recursos naturales que resulta indispensable en el medio ambiente y el vital para el hombre. Estos conceptos tienen una vinculación directa con la problemática hidrológica de las grandes llanuras, en la cual se desarrolla la mayor parte del territorio de la Provincia de Buenos Aires.

En un esquema global, las características que diferencian a los ambientes llanos y que resultan menos conocidos son, un predominio de los movimientos verticales del agua (evapotranspiración – infiltración) sobre los horizontales (escurrimientos) y una fuerte interrelación entre el agua superficial y el agua subterránea en todos los procesos hidrológicos.

El conocimiento hidrológico de estos ambientes, no ha sido desarrollado con la intensidad necesaria (Fuschini Mejía, 1983) por esa razón se plantea que es indispensable avanzar en la cuantificación de los procesos y en la adaptación y desarrollo de modelos de simulación aptos para este tipo de ambientes, que posibiliten la predicción del comportamiento del sistema para situaciones normales o extremas, tanto en su condición natural como afectado por las actividades antrópicas.

Los avances más recientes estuvieron orientados en tal sentido (Kruse y Zimmermann, 2002), ya que se incluye al agua subterránea como un ele-

mento importante en cuestiones ambientales, cuantificándose procesos de infiltración, evapotranspiración, transporte del agua en la zona no saturada (ZNS) y en la zona saturada (ZS).

El objetivo de este trabajo es plantear las características de los procesos hidrológicos en la llanura bonaerense y de la influencia de las actividades de hombre en el ciclo del agua.

Características generales

Las particularidades del medio físico que caracterizan a la Provincia de Buenos Aires (ubicación geográfica, extensión territorial, predominio de las condiciones llanas y de escasas alturas sobre el nivel del mar, extensa costa marítima, geología, geomorfología) asociados al clima imperante resultan fundamentales para analizar el comportamiento hídrico.

La provincia ocupa unos 300.000 km², siendo parte de la Pampasia o llanura Chacopampeana (Figura 1) y se conecta hacia el sur con la llanura patagónica. Hacia el este y sur, limita con el Atlántico, prolongándose el relieve de bajas pendientes unos 300 km en plataforma continental.

Los ámbitos montañosos son de escasa expresión ya que abarcan menos del 10% del área. El Sistema de Tandil es el menos desarrollado, con un máximo de 500 m s.n.m. elevándose apenas sobre su entorno. El Sistema de Ventana, con alturas medias que oscilan entre 600 y 700 m, alcanza unos 1.200 m s.n.m. en Cerro Tres Picos. El Sistema de Ventana, con alturas medias que oscilan entre 600 y 700 m, alcanza unos 1200 m s.n.m. en Cerro Tres Picos. La diferencia de altura respecto a la llanura y la posición en relación al océano no modifican regionalmente el clima, pero resultan destacables al considerar su influencia hidrológica local.

La llanura propiamente dicha, que apenas sobrepasa alturas de unos 120 m s.n.m., algo mayores en las proximidades de las sierras, posee en gene-

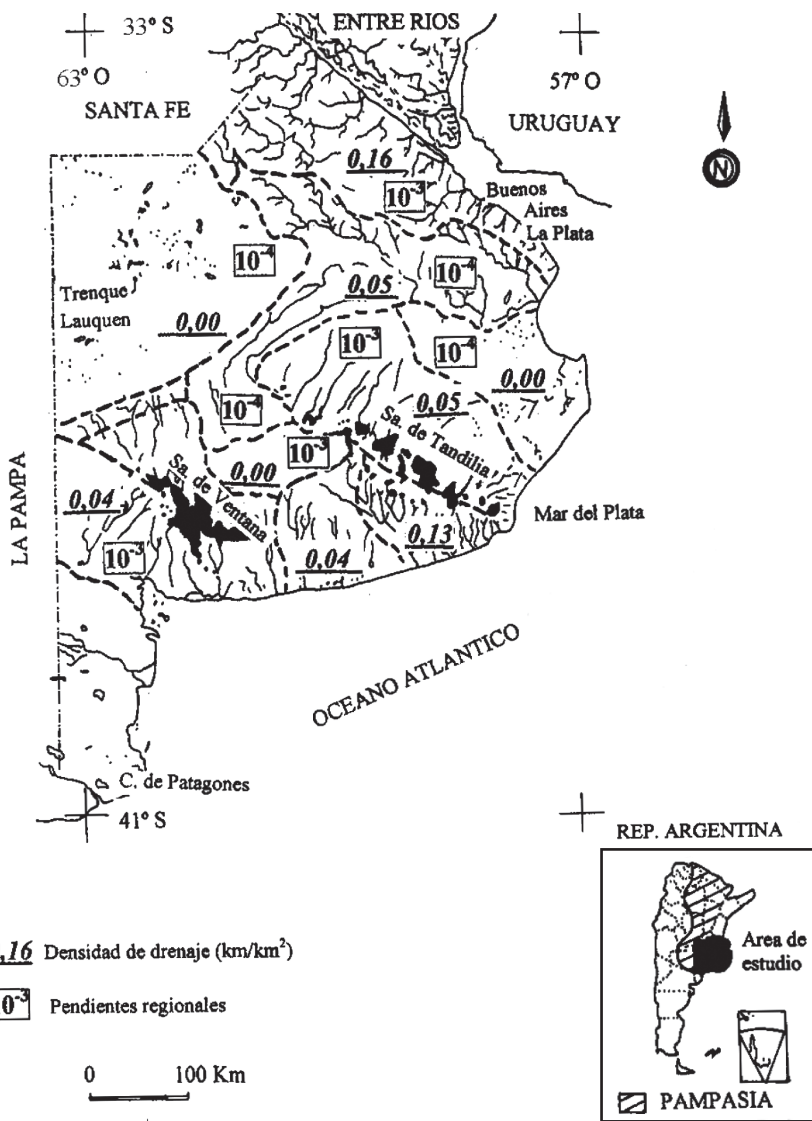


Figura 1. Ubicación de la llanura pampeana.

ral pendientes topográficas regionales que oscilan entre 10^{-3} y 10^{-4} (Sala *et al.*, 1983).

Corresponde a una llanura de acumulación con sedimentos aflorantes principalmente de origen continental, que están compuestos predominantemente por limos, arcillas, arenas y cenizas volcánicas. Por su textura global y el desarrollo de suelos el material de superficie se puede calificar como relativamente permeable in situ. En el comportamiento hidrológico adquieren importancia la presencia de mantos de arenas y médanos, aún aquellos que representan cuerpos restringidos y de escaso espesor. Existen capas de tosca con una baja porosidad efectiva primaria, pero que regionalmente pueden verse incrementada por efectos de fisuración, discontinuidad de los mantos y aumento del tamaño de los poros. Además se debe destacar, en la secuencia estratigráfica, la presencia de paleosuelos, importantes testigos desde el punto de vista de las variaciones climáticas pasadas.

En el subsuelo, desde un punto de vista estructural, se reconocen bloques positivos y negativos limitados por fallas. Las regiones deprimidas dan lugar a cuencas sedimentarias (Salado, Colorado, Macachín, Laboulaye) algunas de las cuales se prolongan en el océano. En una forma general, sobre el basamento cristalino se asientan rocas paleozoicas, mesozoicas y cenozoicas. Por su comportamiento hidrológico, conjuntamente con las del Plioceno y del Cuaternario, se destacan las del Mioceno, sedimentos continentales y marinos. Desde un punto de vista hidrológico son unidades heterogéneas con distintas permeabilidades y variables posibilidades de transmitir agua en profundidad.

Condiciones climáticas

El clima de la Provincia de Buenos Aires en términos regionales se puede clasificar como templado húmedo, de acuerdo a la clasificación de Köppen. La precipitación modular anual es aproximadamente de 1000 mm en el noreste, disminuyendo hacia el oeste y sur, pero se reconocen ciclos secos

y húmedos que alteran fuertemente los valores modulares mencionados (Kruse y Laurencena, 2005).

Desde 1970 se advierte un ciclo climático húmedo, caracterizado por un aumento de las precipitaciones, que han superado los registros históricos. Asociado al incremento de las precipitaciones, existe un aumento en los excesos de agua, estimados a partir de los balances hídricos. Estos excesos alimentarán a la infiltración o se almacenarán en los bajos existentes en la superficie del terreno.

Como consecuencia de este aumento en las precipitaciones, se registran modificaciones en el régimen hidrológico de la región, lo cual ha dado lugar a significativos ascensos en los niveles freáticos y a la aparición de variadas e innumerables áreas anegadas, de diverso grado y frecuencia.

La alternancia de períodos secos y húmedos que se observan en los datos de precipitación existentes, también se reconoce desde un punto de vista histórico y geológico. Si bien en estos últimos casos no dan una idea cuantitativa de intensidad y frecuencia de los fenómenos, permite establecer probabilidades cualitativas para una escala global, indispensable para entender cuestiones de mayor detalle.

Los cambios paleoclimáticos han dejado rastros importantes que se detectan en las características geológicas de la región, siendo los más detectables, entre otros, los paleosuelos (períodos húmedos) y las acumulaciones cíclicas medanosas (períodos secos).

De modo que la naturaleza permite prever oscilaciones climáticas significativas, existiendo además referencias históricas testimoniales que demuestran la alternancia entre sequías e inundaciones, entre las que se pueden mencionar por ejemplo la “gran seca de Darwin” entre 1827 y 1832 ó la llegada a Chascomús de un barco a vapor que partió de la ciudad de Buenos Aires en 1857 (Maiola *et al.*, 2001).

Comportamiento hidrológico

Las variables fundamentales intervinientes en los balances hidrológicos (precipitaciones, evapotranspiración; escurrimiento superficial y fluvial, escurrimiento subterráneo) posibilitan entender el comportamiento hidrológico. Estos balances están definidos por la diferencia entre ingresos y egresos de agua y su consiguiente variación en la capacidad de almacenamiento (superficial y en el subsuelo) en un tiempo determinado.

La capacidad de almacenamiento en el subsuelo representa al volumen de agua con posibilidad de almacenarse entre el nivel freático y la superficie del terreno (Zona No Saturada: ZNS). Aparece como relevante en regiones de llanura como la considerada, dada su continuidad areal y la porosidad del medio aflorante.

La capacidad de almacenamiento superficial corresponde al volumen de agua que puede acumularse en los cuerpos lagunares, cañadas, bajos, que almacenan temporariamente y/o retardan la infiltración directa, escurrimiento superficial y/o subterráneo.

En la llanura, las bajas pendientes topográficas disminuyen la velocidad y cantidad de escurrimiento superficial regional, y en términos medios este proceso se hace poco significativo. Ello implica un mayor tiempo de contacto del agua con la superficie del terreno, incrementándose así la posibilidad de infiltración y evapotranspiración. De esta forma se debe resaltar la importancia de los procesos de movimiento vertical y las variaciones en la capacidad de almacenamiento.

La escasa pendiente acentúa la influencia reguladora de los almacenamientos superficial y subterráneo. Es frecuente que no pueda precisarse un área de drenaje superficial. En determinadas situaciones hídricas existen transferencias entre bajos que normalmente se encuentran aislados e incluso pueden presentarse pluralidad de puntos de salida. Además con frecuencia la red de drenaje no es el reflejo del clima actual. Estas características re-

sultan factores que favorecen a que la intervención antrópica, a través de la ejecución de canalizaciones u otras obras de arte, distorsione fuertemente las condiciones naturales del drenaje superficial.

En el subsuelo es necesario reconocer la existencia de escurrimientos subterráneos locales y regionales. El local se refiere a un escurrimiento activo, que después de cierto recorrido aflora en los arroyos o lagunas, constituyéndose en su caudal básico. El escurrimiento regional o profundo es un flujo pasivo, sumamente lento, que en una gran llanura es generado por la diferencia entre los volúmenes ingresados y egresados del escurrimiento subterráneo local y que se debe relacionar con los espesores sedimentarios involucrados en el subsuelo.

Por otra parte debe tenerse en cuenta que las particularidades mencionadas y la presencia frecuente del nivel freático a escasa profundidad de la superficie, hacen que el agua de los arroyos y lagunas y el agua subterránea se encuentren directamente relacionadas y deban tratarse como una unidad.

Relación agua superficial – agua subterránea

La conjunción de factores geomorfológicos y climáticos dan lugar a sistemas hidrológicos que van desde un extremo con drenaje organizado, que se puede denominar lineal y otro carente de red de drenaje, de carácter areal.

En el primer caso, la inexistencia de cursos fluviales hace que al producirse precipitaciones el agua no presente suficiente energía para escurrir por la superficie hacia un punto determinado de descarga. En el caso, existe un escurrimiento superficial local hacia los cauces, y a su vez regionalmente hacia un punto determinado de descarga.

Una visión regional del sistema hidrográfico de la provincia muestra un significativo desarrollo de cuerpos lacunares de variada extensión y características, siendo relativamente escasa la relevancia de la red de drenaje fluvial.

A través de relevamientos de campo y estudios hidrológicos es posible establecer que en una alta proporción esos cuerpos lagunares representan afloramientos de agua subterránea, incluso se los ha denominado como cuerpos de “agua en superficie” para diferenciarlos de cuerpos de aguas superficiales, dado que hacia ellos no existe un aporte significativo de la afluencia de aguas fluviales y cuando esta se encuentra presente, igualmente predomina la afluencia subterránea.

En períodos secos estos cuerpos tienden a disminuir o carecer de agua, conjuntamente con la profundización de la superficie freática. En los húmedos con el ascenso del nivel freático, aflora la capa freática, expandiéndose los espejos de agua en los sectores bajos.

De acuerdo a la vinculación con la red de drenaje se reconoce que las lagunas pueden ser arreicas, endorreicas o exorreicas. Los cuerpos arreicos no están vinculados a ningún curso fluvial. Casos típicos se reconocen en el noroeste, en la zona oriental y en el ambiente interserrano. Los endorreicos reciben cauces fluviales de distintas direcciones y los exorreicos son lagunas originarias de cursos fluviales, que resultan típicas en las cabecezas de algunos ríos en el noreste. Existen combinaciones de los distintos tipos, por ejemplo endo-exorreicos, que tiene un cauce fluvial influente al cuerpo y otro efluente.

Condiciones hidrológicas regionales

La llanura costera de la zona deprimida del Río Salado constituye un área de muy baja pendiente topográfica, que sufre anegamientos periódicos, en los cuales la escasa profundidad del nivel freático tiene una influencia directa en la permanencia y drenaje de los cuerpos de agua.

La región endorreica del suroeste (lagunas encadenadas) representa una zona centrípeta de descarga regional tanto de las aguas subterráneas provenientes del cordón de médanos adyacente (ubicado hacia el Norte) como

de las aguas superficiales que fluyen de la vertiente Norte de la Sierra de la Ventana.

En estos casos el ritmo y la intensidad de renovabilidad del agua son lentos y escasos. El carácter intermitente depende de la profundidad del cuerpo lagunar, de la intensidad del período climático y de la posición en el sistema hidrológico regional.

La característica efluente del agua de ríos y arroyos con respecto a las subterráneas es una condición generalizada en la exigua red de drenaje existente. La gran mayoría de los cursos, desde un punto de vista hidrológico, son autóctonos de la llanura, ya que sus nacientes se encuentran en la misma llanura, no existiendo un área generadora a partir del escurrimiento superficial.

En la red de drenaje se reconocen algunas particularidades que deben destacarse. En el noreste, los ríos, entre otros, Matanza, Reconquista, Luján, Arrecifes, conforman una red fluvial relativamente uniforme, no muy densa, en cuyo desarrollo se debe destacar la influencia de la infiltración que alimenta al caudal base de estos ríos.

Los arroyos que nacen en llanuras serranas (Tandil) aparentan tener un área generadora, con drenaje fluvial adecuado, pero al ingresar a zonas de bajas pendientes son alimentados por aguas subterráneas. En las partes medias e inferiores los cursos más extensos carecen de afluentes, apareciendo una amplia área interfluvial entre los mismos con lagunas aisladas, donde los procesos dominantes son la evapotranspiración, infiltración y almacenamiento superficial temporario, y en donde el escurrimiento superficial es muy bajo. En este caso es la infiltración profunda la que posibilita mantener un equilibrio a pesar de la escasa densidad de drenaje superficial. Los efectos se disipan en la llanura con cursos de cauce único frecuentemente influentes – efluentes según el tramo y las oscilaciones climáticas. Además se desdibujan los cauces, adquiriendo la cuenca un aparente truncamiento.

En la región periserrana de Ventana, se pueden definir sectores que presentan distintos niveles de descarga. Uno de ellos descarga en el mar, otro lo hace en el sistema centrípeto de la Laguna de Chasicó y otro hacia el sudoeste conformado por el drenaje superficial y subterráneo regional hacia las lagunas del medio oeste. Algunos cursos tienen tributarios en las serranías, que comúnmente se insumen en las llanuras periserranas.

En el sudoeste existen arroyos de llanura intermitentes (tributarios de los arroyos Cocheuleufú Chico y Grande, Río Sauce Grande), en los cuales sus caudales se relacionarían con el estado de humedad regional y estarían conformados por los excesos drenados superficialmente.

En la región interserrana algunas cuencas tributarias tienen nacientes serranas y otros directamente en la llanura. El río Quequén Grande es el mayor exponente fluvial de esta región, donde la descarga del escurrimiento subterráneo local en los cursos influye en el modelado de los cauces y configuración de la red de drenaje. Los cursos descargan superficialmente en el océano, otros cursos de esta región se terminan en lagunas que transfieren lentamente sus aguas favoreciendo la evaporación.

La información para cuantificar los volúmenes escurridos es escasa y discontinua. De acuerdo a los datos disponibles, el escurrimiento fluvial medio varía entre un 12% (en el Noreste en el Río Matanza) y un 4% (en arroyos de sectores periserranos) de la precipitación anual, incluyéndose en ese valor el caudal básico correspondiente a la descarga del escurrimiento subterráneo local. De acuerdo a registros de tormentas el caudal escurrido fluvialmente oscila entre el 5 y el 80% de la precipitación en ese evento dependiendo de la intensidad de la precipitación, del estado de humedad de la cuenca y en muchos casos de la profundidad de los niveles freáticos y consecuentemente del espesor de la zona no saturada (Kruse y Laurencena, 2005).

El patrón natural generalizado indica una buena calidad en acuíferos someros (Pampeano) o de profundidad intermedia (Acuífero Puelche en el noreste de la provincia), reconociéndose un incremento salino desde las

zonas de recarga a la de descarga. Si bien la información de los acuíferos profundos es escasa, se destaca la baja salinidad del sistema hidrotermal profundo de Bahía Blanca, que es el más estudiado.

En las zonas deprimidas de la llanura (noroeste, Salado-Vallimanca, oriental) la salinidad del agua subterránea generalmente supera los 2000 mg/L. En ambientes medanosos, serranos y costeros el contenido salino es menor a dicho valor encontrándose dentro de los parámetros aceptables para agua potable. A pesar de ello, debe citarse la presencia de contenidos relativamente altos de arsénico y flúor en distintos sectores, especialmente hacia el oeste y el sur, lo cual es atribuido al contenido de vidrio volcánico de los sedimentos y que restringe las posibilidades de uso del agua.

Influencia de las actividades antrópicas

El uso de la tierra, la sobreexplotación del agua subterránea y las prácticas de disposición de efluentes y desechos conducen a modificaciones significativas del ciclo hidrológico tanto en sus términos de cantidad como de calidad. En forma general estos efectos se traducen en la reducción de la infiltración natural de las aguas pluviales, con la consiguiente disminución de la evapotranspiración y el aumento del escurrimiento superficial. Además puede verse deteriorada la calidad química por las prácticas agrícolas, vertidos de efluentes en el agua superficial, disposición de desechos y contaminación del agua subterránea.

Las aguas superficiales resultan altamente vulnerables a la contaminación, es así que gran parte de los cursos en zonas industriales resultan poco favorables para la vida acuática, mostrando la presencia de distintos contaminantes. La vulnerabilidad de las aguas subterráneas depende de las características litológicas, profundidad de los niveles de agua, parámetros hidrogeológicos. Si bien el medio físico protege al acuífero del riesgo de contaminación de los vertidos que pueden infiltrarse desde superficie, los vertidos industriales afectan la calidad del agua subterránea.

Fenómenos locales como la extracción de agua subterránea han modificado los límites de cuencas fluviales, cambiando la relación aguas superficiales-subterráneas y acelerando la modificación de la calidad del agua. La explotación de las aguas subterráneas modifica la relación agua dulce-salada de las lentes continentales y en la costa marina.

El uso y emisión de elementos nocivos contaminan el aire, el suelo y a través de él o en forma directa a las aguas superficiales y/o subterráneas. Estos efectos resultan intensivos en sitios urbanos e industriales, especialmente en los parques industriales sin control; en que la contaminación química y bacteriológica del agua subterránea se acelera ante la presencia de los conos de depresión generados por la explotación. El uso de agroquímicos, especialmente agravado por un uso no adecuado puede afectar extensivamente la calidad del agua.

El derrame de aguas servidas en la superficie terrestre, en los ríos y lagunas, se insume con los conos de explotación al revertirse la relación agua superficial – agua subterránea.

Con respecto a los anegamientos e inundaciones de los campos (fenómeno extensivo), puede verse agravado por la parcelación, si no se tiene en cuenta la limitación geomorfológica e hidrológica.

El riego en la Provincia de Buenos Aires, tanto a través de aguas superficiales como subterráneas se inició espontáneamente a través de la cultura creada por la experiencia de los agricultores. Así se generó una extensión de riego mayor que el de las provincias tradicionalmente regantes. Últimamente se han ampliado las áreas a zonas de cultivos extensivos sin que se consideren pautas de manejo y sin atender las variaciones climáticas e hidrológicas del territorio.

Precipitaciones intensas en las zonas urbanizadas pueden producir efectos significativos, pues disminuye la infiltración y se acelera el escurrimiento superficial. El problema se agrava al asentarse las poblaciones dentro

de los cauces mayores de los ríos, lagunas y bañados. Ejemplos claros son, entre otros, la ciudad de Azul, Olavarría, Guaminí, Epecuén, Pehuajó. Pero por la densidad poblacional debe señalarse el conurbano, cuyas poblaciones frecuentemente están asentadas dentro del cauce mayor de los ríos Matanza y Reconquista.

Por último debe señalarse efectos directos sobre el régimen hídrico por acciones antrópicas, aparentemente inocuas, sobre las geoformas, entre otras, por explotación minera, emplazamiento de obras de arte, urbanización. Las cavas facilitan la contaminación y disminuye o debilita los procesos naturales de purificación. La devastación de los médanos en el litoral marítimo dañó parte del reservorio de agua potable.

Los datos hidrométricos históricos son escasos para evaluar y pronosticar los efectos descritos, con especial referencia a los datos fluviométricos y freáticos.

Actualmente se ha llegado al punto que resulta imprescindible estudiar la interacción de todos los componentes del ciclo hidrológico, para entender mejor los sistemas de los recursos hídricos. Tanto para construir modelos en distintas escalas como para mejorar el conocimiento de la naturaleza es necesario integrar a la hidrología dentro de límites amplios. El desarrollo y uso de estos modelos conectados a buena información pueden asegurar que la hidrología, en particular en la Provincia de Buenos Aires, tendrá un crecimiento relevante para el hombre y la sociedad.

Uso del agua

El agua es uno de los recursos naturales que resulta indispensable en el medio ambiente y el vital para el hombre. Además es uno de los factores que encuadran el comportamiento ecológico de cualquier región.

Si bien no existen antecedentes precoloniales del uso del agua en la Pro-

vincia de Buenos Aires, los aborígenes satisfacían sus necesidades de agua, conocían la ubicación de los ríos, lagunas y manantiales, permitiéndoles asentamientos o amplios desplazamientos a los de hábitos nómades. Algunos tendrían conocimiento de las aguas freáticas (presencia de utensilios y puntas de flecha en médanos con agua dulce) así lo atestiguarían, llegando a modificar sus hábitos culturales de acuerdo a la disponibilidad hídrica.

Los españoles exploraron el territorio fundamentalmente localizando los recursos hídricos superficiales y asentando las poblaciones en sus vecindades, por lo que se han desarrollado ciudades en las planicies de los ríos. Posteriormente los habitantes para satisfacer sus necesidades y las del ganado, usaron los cuerpos de agua superficiales, luego jagüeles y donde las aguas eran salobres y/o salinas, las complementaron con aljibes. La introducción de los molinos a viento mejoró la situación.

Con fines de riego se hicieron proyectos en la zona de influencia de los ríos Negro y Colorado.

La existencia de aguas subterráneas potables fue uno de los factores para la ubicación de la nueva capital de la provincia - La Plata - (1882). Servicios así abastecidos, como el de Bahía Blanca, se implementaron en otras ciudades. En general no existe un manejo sustentable de los recursos subterráneos.

El empleo de aguas superficiales, tradicional abastecimiento a la ciudad de Buenos Aires, es relativamente más reciente en la provincia, y en la actualidad es la base de la provisión en el conurbano bonaerense, resultando complementario en La Plata y Bahía Blanca.

Con el desarrollo industrial se incrementó y anarquizó el empleo del recurso subterráneo y aceleró su contaminación.

Por culturas espontáneas locales se evolucionó hacia el uso del agua subterránea para áreas de riego, extendiéndose hoy a cultivos extensivos. Actualmente el uso en prácticas agrícolas se ha transformado en uno de los

más importantes, dado que las superficies regadas resultan porcentualmente significativas con respecto con respecto a otros usos.

La distribución heterogénea de la población, el clima relativamente favorable, el desarrollo agrario extensivo y la cercanía del Río de La Plata, son algunos de los factores que llevaron a suponer una ventaja hídrica que contribuyó a limitar los estudios sistemáticos continuos, tornándose los conocimientos insuficientes para satisfacer las demandas sociales presentes.

Consideraciones finales

El sistema hidrológico natural de la llanura de la Provincia de Buenos Aires se caracteriza por su fragilidad y sus oscilaciones (sequías – inundaciones) frecuentemente significan efectos negativos en las actividades del hombre. En general, la acción antrópica ha acentuado dichos efectos, manifestándose en una mayor gravedad de los anegamientos-sequías, la contaminación y la disminución de las reservas de agua dulce.

Se reconoce que el manejo del agua no es adecuado y ello afecta el desarrollo sustentable de los recursos hídricos.

Se reconoce una escasez o falta de datos básicos y de un conocimiento adecuado del medio físico que posibiliten un entendimiento global del comportamiento hidrológico de la llanura de la Provincia de Buenos Aires que permitan afrontar la problemática derivada de la influencia de la actividad del hombre en la cantidad y calidad de los recursos hídricos.

Un conocimiento y seguimiento adecuado de su comportamiento resulta cada día más importante, no sólo para una correcta planificación del uso del agua sino también para prevenir cualquier alteración cuali – cuantitativa del recurso hídrico.

Dado que en los años futuros es previsible un sensible aumento en los

problemas relacionados con el agua, es necesario evitar algunos manejos erróneos del pasado, consecuencia directa de la carencia de una política adecuada sobre el uso de los recursos naturales y de la equivocada convicción de que estos recursos eran inextinguibles ó que podían ser manejados prescindiendo del ciclo natural. Para eliminar los daños que han sido causados a la economía y al ambiente, deben ser adoptadas todas aquellas prevenciones dedicadas a evitar un mal uso del agua, a enriquecer las reservas hídricas y a evitar toda posibilidad de contaminación.

En función del conocimiento general actual se pueden delinear algunas medidas preventivas que deberán encararse, entre otras:

- Ajustar la demanda de aguas a las reales necesidades, evitando el inadecuado uso actual.
- Conocer el comportamiento hidrológico detallado para cualquier actividad que influya en el ambiente.
- Atenuar o suprimir la posibilidad de contaminación de las aguas superficiales y subterráneas mediante el desecho de residuos limpios.

El conocimiento actual del problema global –ineludible para atacar los locales- es insuficiente ante las necesidades humanas y sociales que se plantean. Los estudios globales mejorarán el conocimiento durante su ejecución produciendo resultados para entender problemas a largo, mediano y corto plazo y favorecer así la relación hombre-agua (ambiente).

Además un tema que resulta trascendente para la provincia de Buenos Aires, donde los fenómenos son extensivos de intensidades y recurrencias cuantitativamente poco conocidas es la elaboración de pronósticos hidrológicos. Una adecuada red de medición freaticométrica e hidrométrica, datos meteorológicos particulares y el uso de distintas imágenes satelitales permitirán analizar la evolución de los fenómenos hidrológicos e incluso efectuar pronósticos más seguros.

Referencias

- FUSCHINI MEJIA, M., (1983). Hidrología de Grandes Llanuras. Actas Coloquio de Olavarría. UNESCO. CONAPHI.
- KRUSE, E. y E. ZIMMERMANN, (2002). Hidrogeología de Grandes Llanuras. Particularidades en la Llanura Pampeana (Argentina). Groundwater and Human Development (IAH Congress). Mar del Plata (Argentina).
- KRUSE, E. y P. LAURENCENA, (2005). Aguas superficiales. Relación con el régimen subterráneo y fenómenos de anegamiento. Relatorio del XVI Cong. Geol. Argentino. La Plata .313 – 326.
- KRUSE, E., (1992). El agua subterránea y los procesos fluviales en la región centro – oriental de la Provincia de Buenos Aires. Situación ambiental de la Provincia de Buenos Aires. Comisión de Investigaciones Científicas de la Provincia de Buenos Aires. La Plata 2 (15): 13 – 31.
- MAIOLA, O, GABELLONE, N. y M. HERNÁNDEZ, (2001). Inundaciones en la Región Pampeana. Universidad Nacional de La Plata. Ed. U. N. La Plata.

Calidad del Agua

Alicia Fernández Cirelli^{1,2}

¹Centro de Estudios Transdisciplinarios del Agua (Instituto UBA/INBA-CONICET). Av. Chorroarín 280, CP1427 Ciudad Autónoma de Buenos Aires, Argentina.

²CONICET.

afcirelli@fvet.uba.ar

El agua cubre más del 70 % de la superficie del planeta; se la encuentra en océanos, lagos, ríos; en el aire, en el suelo. Es la fuente y el sustento de la vida, contribuye a regular el clima del mundo y con su fuerza formidable modela la Tierra. Posee propiedades únicas que la hacen esencial para la vida. Es un material flexible; es un solvente extraordinario por la variedad de sustancias que puede disolver; es un reactivo ideal en muchos procesos metabólicos; tiene una gran capacidad calorífica y, por lo tanto, un cuerpo de agua puede tener un efecto estabilizante sobre la temperatura de las regiones geográficas cercanas. Tiene la propiedad de expandirse cuando se congela, hecho que permite que el hielo flote. Los océanos dan cuenta de *ca.* 97,5 % del agua del planeta. Únicamente un 2,5% es agua dulce. Los glaciares, la nieve y el hielo de los cascos polares representan casi el 80% del agua dulce, el agua subterránea 19% y el agua de superficie accesible rápidamente sólo el 1%. Esta baja cantidad de agua de superficie fácilmente accesible, se encuentra principalmente en lagos (52%) y humedales (38%).

Los procesos químicos se encuentran por doquier en el mundo que nos rodea y han tenido lugar en el planeta desde el inicio mismo de su existencia. En tiempos recientes, el hombre y sus actividades se han convertido en factores a tener en cuenta sobre el equilibrio natural del medio. El estudio detallado de los procesos químicos involucrados es de vital importancia para conocer el estado de integridad o de deterioro de los diferentes sistemas, realizar diagnósticos, prevenir daños y elaborar soluciones.

La Química Ambiental consiste en el estudio de: fuentes, reacciones, transporte, efectos y destinos de las especies químicas en los tres medios: agua, aire y suelo. Los problemas químicos ambientales suelen ser de naturaleza compleja y el análisis químico requiere bajos límites de detección.

El estudio de las aguas o Hidrología se divide en dos ramas: la Limnología, que estudia las características, físicas, químicas y biológicas del agua dulce y la Oceanografía, que estudia los océanos y sus características físicas y químicas.

Los cuerpos de agua presentan distintas especies químicas en solución. Cuando una sustancia, que puede ser sólida, líquida o gaseosa, llamada soluto se distribuye de forma homogénea en un líquido, se obtiene una solución. Una medida de la cantidad de una determinada sustancia (ya sea de origen natural o un contaminante) presente en aguas naturales es la concentración. La concentración puede expresarse como porcentajes, que pueden estar referidos a datos en peso o en volumen. Este tipo de información también puede darse como masa por unidad de volumen, como por ejemplo, miligramos por litro (mg/L), que es la forma más frecuente de expresión cuando hablamos de concentraciones de diferentes solutos en agua. Si consideramos que 1 L de agua pesa 1.000 g y que la masa de soluto es despreciable, una concentración de 2 mg/L se convierte en 2 mg/1.000g, es decir 2 ppm o partes por millón:

Un caso particular de la expresión de concentración de una especie química es la concentración de iones hidrógeno. De acuerdo con la definición de Lowry-Brønsted, un ácido es una sustancia que produce iones H⁺, mientras que una base los acepta (o bien produce oxhidrilos). Dado que las magnitudes de molaridad de protones ([H⁺]) se mueven en un amplio rango de órdenes de magnitud, es más conveniente la utilización de un parámetro más manejable, el pH, que se define como: $pH = -\log [H^+]$

Composición de las aguas naturales: iones mayoritarios, minoritarios y trazas

La salinidad total de las aguas superficiales continentales está determinada normalmente por la presencia de los cationes sodio, calcio, magnesio y potasio y de los aniones cloruros, sulfato y bicarbonato-carbonato. La media mundial de salinidad de las aguas continentales es de alrededor de 120 mg/L pero varía de un continente a otro y se debe principalmente a los procesos de meteorización de rocas de la cuenca de drenaje, a la precipitación atmosférica y al equilibrio precipitación- evaporación. A su vez, la meteorización se produce mayormente como consecuencia de procesos de disolución, hidrólisis, de óxido reducción y de formación de complejos con sustancias inorgánicas u orgánicas.

Las relaciones de equivalentes entre los principales iones en el orden mundial, tienden a ser, $\text{Ca}^{2+} > \text{Mg}^{2+} > \text{Na}^+ > \text{K}^+$ y $\text{HCO}_3^- > \text{SO}_4^{2-} > \text{Cl}^-$, aunque en regiones costeras estas relaciones pueden variar significativamente. Las concentraciones de K^+ y Cl^- son relativamente conservativas, es decir sufren pequeñas variaciones inducidas por cambios ambientales o por su utilización por seres vivos. En cambio, las concentraciones de HCO_3^- , el SO_4^{2-} y el Ca^{2+} dependen de procesos de precipitación-disolución, del metabolismo microbiano y de cambios climáticos. Algunos elementos minoritarios como el silicio, el nitrógeno, el fósforo, el hierro, tienen una gran importancia desde el punto de vista biológico, aunque no influyen en forma significativa en la salinidad de un cuerpo de agua. La rapidez de los procesos biológicos, en contraste con los procesos físico-químicos, hace que el tiempo de residencia de estos nutrientes en los cuerpos de agua sea mucho menor que el de los iones responsables de la salinidad.

En general, un elemento es considerado minoritario en medios naturales cuando su concentración está comprendida entre el 1 y el 0.01 %, de la misma manera, se denomina traza al elemento cuya concentración es menor del 0,01 %.

Calidad del agua para distintos usos

La disponibilidad de agua es de suma importancia para la vida y el desenvolvimiento económico de cualquier región del mundo. Los recursos disponibles deben repartirse entre numerosos usuarios además de tener en cuenta las necesidades del medio ambiente. Durante muchos años, todos los recursos eran considerados disponibles para cualquier uso antrópico, sin tener en cuenta la calidad o las necesidades para los usos ambientales. Cuando se considera la distribución del agua entre los distintos usuarios,

Ríos	Ca ppm	Mg ppm	Na ppm	K ppm	Cl ppm	SO4 ppm	HCO3 ppm	STD ppm
<i>Norte América</i>								
Mississippi	34.0	8.9	11.0	2.8	10.3	25.5	116.0	208.5
Mackensie	33.0	10.4	7.0	1.1	8.9	36.1	111.0	207.5
Columbia	19.0	5.1	6.2	1.6	3.5	17.1	76.0	128.5
Colorado	83.0	24.0	95.0	5.0	82.0	270.0	135.0	694.0
Grande	109.0	24.0	117.0	6.7	171.0	238.0	183.0	848.7
<i>Europa</i>								
Danubio	49.0	9.0	9.0	1.0	19.5	24.0	190.0	301.5
Rhin(superior)	41.0	7.2	1.4	1.2	1.1	36.0	114.0	201.9
<i>Sud América</i>								
Amazonas(inferior)	5.2	1.0	1.5	0.8	1.1	1.7	20.0	31.3
Orinoco	3.3	1.0	1.5	0.7	2.9	3.4	11.0	23.8
Paraná	5.4	2.4	5.5	1.8	5.9	3.2	31.0	55.2
<i>África</i>								
Congo	2.4	1.3	1.7	1.1	2.9	3.0	11.0	23.4
Niger	4.1	2.6	3.5	2.4	1.3	1.0	36.0	50.9
Nilo	25.0	7.0	17.0	4.0	7.7	9.0	134.0	203.7
<i>Asia</i>								
Yangtze	45.0	6.4	4.1	1.2	4.1	17.9	148.0	226.7
Mekong	14.2	3.2	3.6	2.0	5.3	3.8	58.0	90.1
Ganges	24.5	5.0	4.9	3.1	3.4	8.5	105.0	154.4
<i>Promedio mundial</i>	14.7	3.7	7.2	1.4	8.3	11.5	53.0	99.8

la agricultura aparece como el sector de mayor demanda. Las dos terceras partes de los recursos hídricos se destinan al uso agrícola, con una demanda creciente para el turismo, usos urbanos e industriales, compitiendo por un acceso a un recurso cada vez menos disponible.

Normalmente los recursos hídricos se obtienen de aguas superficiales o de aguas subterráneas. El uso de unas u otras depende de muchos factores, inicialmente de la disponibilidad de cada recurso. Normalmente las aguas superficiales ofrecen cantidades mayores de agua a corto plazo, mientras que las subterráneas son un recurso más constante, al menos a mediano plazo.

Existen variadas áreas en el mundo donde la demanda de agua supera la oferta. En ellas se apela a los recursos no convencionales, como por ejemplo el agua de lluvia, usada como recurso desde la época bíblica. Otra solución frecuente consiste en la desalinización del agua de mar o el tratamiento del agua residual. Otras soluciones son las aguas de escorrentía y el agua procedente del rocío o escarcha. Existe una relación estrecha entre el uso de aguas residuales sin tratar y los problemas sanitarios. La creciente competencia por el agua está llevando a un mejor uso de este enorme recurso.

El agua es usada para muchas finalidades y en cada caso se requiere una calidad particular, siendo importante no utilizar agua de calidad superior para un uso que no lo requiera.

El aprovisionamiento de agua para **uso doméstico** es el más exigente, en términos de calidad y seguridad del suministro. La calidad de agua tiene consecuencias directas en salud humana, situación que se torna más grave por la demanda creciente. El agua potable es necesaria para la vida, para la salud y para una existencia productiva. La salud humana depende no sólo de la cantidad de agua suministrada, sino principalmente de la calidad. Según la OMS (Organización Mundial de la Salud), casi la cuarta parte de las camas disponibles en los hospitales del mundo están ocupadas por enfermos cuyas dolencias se deben a la insalubridad del agua.

La Década Internacional del Agua Potable y Saneamiento de las Naciones Unidas, en los años ochenta, fue proclamada por la Conferencia del Agua de las Naciones Unidas (Mar del Plata, 1977). Se enfocó en el mejoramiento de la salud pública mediante la ampliación de la cobertura de servicios, bajo el lema: “agua y saneamiento para todos”. Si bien hubo grandes avances y las metas se reiteraron en 1990, aún quedan sectores sin acceso a agua segura y la situación es aún más crítica en lo referente a saneamiento.

La población mundial asciende a 7000 millones, de los cuales 1500 millones no beben agua potable y 2800 millones no tienen acceso a medios de saneamiento.

La Asamblea General de las Naciones Unidas, en 2010, estableció el derecho al agua potable y saneamiento como un derecho humano esencial para el pleno disfrute de la vida y de todos los derechos humanos.

En las últimas tres décadas, se incrementó la preocupación por la producción, uso y destino final de numerosos productos químicos empleados en la industria, agricultura, ganadería, medicina, etc. Las investigaciones realizadas han demostrado que estas sustancias pueden incorporarse en el medio ambiente, dispersarse y persistir en extensiones mucho más grandes que las esperadas. Algunas de ellas, como por ejemplo los agroquímicos y en particular los plaguicidas, son esparcidos intencionalmente sobre vastas regiones para proteger los distintos tipos de cultivos de plagas; otras, como los subproductos industriales, son vertidas al agua o al aire de manera directa o indirecta.

Los productos farmacéuticos y cosméticos, son elementos importantes dentro de la vida moderna, y se emplean tanto en la medicina humana como veterinaria. Estas sustancias, se incorporan a las aguas superficiales a través de los residuos cloacales, que pueden estar o no tratados previamente, en forma directa. La eficiencia del tratamiento de las aguas residuales, no permite eliminar totalmente este tipo de compuestos; por lo tanto, pueden alcanzar las aguas superficiales con relativa facilidad.

Algunos de los potenciales problemas que puede provocar esta contaminación, denominada silenciosa, son: procesos fisiológicos anormales, disminución de la capacidad de reproducción, aumentos de los casos de cáncer, desarrollo de cepas bacterianas con extremada resistencia a los antibióticos, potencial incremento de la toxicidad de los compuestos presentes en el medio ambiente por efectos sinérgicos. Los efectos pueden acumularse de manera lenta sin poder detectarse, de allí su denominación silenciosa, hasta un determinado nivel donde los efectos se evidencian y producen cambios irreversibles por efecto cascada.

El agua potable es normalmente garantizada por las autoridades, y su existencia es absolutamente esencial para asegurar la presencia de población en un lugar determinado. Existen normativas de calidad que se deben cumplir para el agua potable en todos los países y ésta no puede provenir de cualquier fuente. La definición legal de agua potable consiste en proporcionar una lista de compuestos y asociarlos con un nivel tolerable. Desde el punto de vista práctico, la cantidad de sustancias seleccionadas debe ser limitada. En las legislaciones de los diferentes países se consideran entre 80 y 130, a pesar de que se sabe que el número de compuestos sintéticos que el hombre maneja es mayor que 70000, y para muchos de ellos se desconoce el grado de toxicidad. De esta manera, aún cuando un agua pueda cumplir con las normas de potabilización no se puede asegurar que no exista algún otro contaminante. Cabe mencionar, que los criterios de calidad para agua potable han sido desarrollados tomando en cuenta el empleo de agua de primer uso o sin contaminación por tóxicos sintéticos.

Con el 15% del comercio mundial los productos agrícolas y comestibles son uno de los vectores básicos del intercambio del agua. La disminución de la calidad del agua utilizada en agricultura está causando lentamente una disminución de la productividad de los sistemas agrícolas. Hay otras consideraciones que derivan de la capacidad contaminante de la agricultura, como el exceso de fertilización, del uso de plaguicidas y de una gestión deficiente de los residuos ganaderos, biosólidos y otros residuos aplicados al suelo. El uso de agua en ganadería como bebida animal debe cumplir normas de calidad para no poner

en riesgo la salud de los animales y ante el riesgo que ciertos elementos tóxicos puedan ser transferidos a la cadena agroalimentaria.

Las industrias requieren en mayor o menor medida agua para sus procesos y los vertidos son una fuente de contaminación, ya que se realizan muchas veces sin tratamiento a las corrientes de agua, estuarios y mar. La industria es también una fuente de fósforo y nitrógeno, pero en menor proporción que las aguas residuales municipales y agrícolas. Las industrias alimentarias y agroalimentarias, proveen grandes cantidades de materia orgánica residual. El origen de la emisión de muchos microcontaminantes es industrial. Las aguas de refrigeración de las industrias producen contaminación térmica, ya que retornan al medio acuático a mayor temperatura en grandes cantidades, causando una disminución de la solubilidad del oxígeno. La minería es una industria extractiva que requiere grandes volúmenes de agua y que trae aparejados problemas de acidificación.

El uso del agua para fines recreacionales está siendo cada vez más importante, ya que el aumento del nivel económico, permite a la comunidad realizar más actividades de ocio. En el caso de las actividades que implican contacto directo del hombre con el agua, su calidad es más importante que su cantidad.

La generación de energía hidroeléctrica produce impactos sociales y ambientales, considerando la reinstalación de la población que vive en las zonas que se inundarán, la pérdida de tierras fértiles, los bosques, la destrucción del paisaje causado por las instalaciones y el efecto sobre la flora y la fauna, en general. También puede acarrear conflictos entre los distintos usuarios del agua, por ejemplo entre generación de electricidad y uso agrícola. Las consecuencias ecológicas son difíciles de prever y pueden ser muy complejas.

El agua envasada ha generado durante la última década una importante industria, creando un negocio específico. La Unión Europea, por ejemplo, define al agua mineral como agua subterránea, con una calidad de acuerdo a las leyes y normas respectivas, sin necesidad de tratamiento.

Deterioro de la calidad del agua

El deterioro de la calidad del agua es un gran problema que va en aumento, y es considerado uno de los principales problemas ambientales. Las principales causas, tanto para el agua dulce como la salada, son los vertidos incontrolados de las aguas residuales urbanas e industriales, muchas veces sin tratamiento, así como las prácticas agrícolas deficientes. La contaminación atmosférica, la acumulación de sustancias químicas en suelos y sedimentos, el exceso de bombeo de aguas subterráneas, la minería y otras industrias de extracción, la destrucción de zonas pantanosas, también contribuyen a su deterioro.

Los principales efectos que produce el agua contaminada en el medio ambiente son: contaminación microbiológica del agua, con la transmisión hídrica de enfermedades; pérdida de los ecosistemas acuáticos; riesgo de infecciones crónicas en el hombre, asociadas a la contaminación química; pérdida de la capacidad productiva en suelos regados, a causa de procesos de salinización; pérdida de la reserva de proteínas de los peces; pérdida de suelos por erosión.

Se puede considerar que casi todos los usos pueden contaminar el recurso y convertirlo en no disponible para otros usos, siendo indispensable un tratamiento.

Hay que considerar que no todos los problemas de calidad de agua son únicamente consecuencia del impacto del hombre. Las características geoquímicas naturales pueden aportar cantidades elevadas de hierro reducido, fluor, arsénico y sales a las aguas subterráneas, reduciendo su uso como agua de bebida. Las erupciones volcánicas y sus consiguientes torrentes de lava, las inundaciones y sequías pueden provocar un deterioro local y regional del ambiente acuático. No obstante, cualquiera de estos eventos, impacta menos que cualquier actividad desarrollada por el hombre.

Los principales contaminantes son: amplia gama de compuestos orgánicos e inorgánicos procedentes de fuentes puntuales urbanas, industriales,

mineras, áreas militares, vertederos de escombros (basureros) y de procesos de acidificación. En el caso de las aguas subterráneas, cabe mencionar también lixiviación de nitratos y plaguicidas, sales originadas por intrusiones de origen marino; sales procedentes del uso de aguas salinas para regar; y para aguas superficiales: compuestos orgánicos e inorgánicos procedentes de áreas de ganadería; nutrientes de origen difuso, en áreas agrícolas y urbanas; contaminantes derivados de problemas de eutrofización; filtraciones de embalses. En todos los casos el exceso de captación contribuye a incrementar los efectos de la contaminación.

Es posible establecer una diferencia entre la contaminación de origen puntual y la de origen difuso o no puntual, en función de la forma de llegada a la fuente de agua. La contaminación de origen puntual es fácil de detectar y es posible limitarla. En cambio, no es posible afirmar lo mismo sobre la contaminación de origen no puntual, que proviene en gran parte de la agricultura y de los habitantes rurales. Los contaminantes agrícolas, con los sedimentos provenientes del suelo erosionado, el fósforo adsorbido a las partículas del suelo, las bacterias en suspensión, los nitratos disueltos y otros minerales y los plaguicidas en suspensión o soluciones no se pueden asociar fácilmente con una fuente u origen concreto.

Tanto en un caso como en el otro, lo que se produce es una degradación del recurso. Normalmente se intenta primero solucionar el problema de las fuentes puntuales, para después establecer una estrategia de limitación de las fuentes no puntuales. El manejo de las fuentes de contaminación puntuales se soluciona con medidas estructurales, donde la limitante normalmente es económica. En el caso de las fuentes no puntuales, deben aplicarse medidas no estructurales de difusión y concientización.

Indicadores de calidad

El concepto de **calidad de agua** es complejo y difícil de definir. Hay dos aspectos que son intrínsecos al agua: ¿qué contiene? ¿en qué cantidad?

El tercer aspecto es extrínseco: cada uso del agua requiere una calidad determinada.

Un indicador es la manifestación o traducción de una cualidad o propiedad del objeto de la evaluación. Nuestro objeto de evaluación es la calidad del agua. Utilizaremos parámetros físicos, químicos y biológicos como indicadores de la calidad.

Entre los indicadores físicos describiremos: turbidez; sólidos en suspensión; color; olor y sabor; temperatura y conductividad.

La materia presente en el agua se puede encontrar disuelta, en suspensión (particulada) o coloidal. La **turbidez** es un parámetro usado habitualmente en aguas naturales como indicador de la presencia de sólidos, especialmente coloidales. Proviene de la erosión y transporte de materia coloidal (arcilla, fragmentos de roca, sustancias del lecho, etc.) por parte de los ríos en su recorrido, de los aportes de fibras vegetales y de los aportes de aguas residuales domésticas o industriales que puedan recibir (ej: jabones). Se mide la extensión con la que un rayo de luz es reflejada en su paso por el agua con un ángulo de 90° . Esta reflexión se produce debido al efecto Tyndall que caracteriza a los sistemas coloidales.

La presencia de **color** indica la existencia de sustancias extrañas. Parte puede deberse a materia en suspensión y parte a la presencia de sustancias disueltas. Fundamentalmente lo producen compuestos orgánicos de origen natural (taninos, ácidos húmicos, etc.) o artificial aportados por vertidos de industrias. Se determina por métodos espectrofotométricos, analizando el color de la luz que atraviesa una muestra de agua previamente filtrada para poder determinar el color verdadero.

Las aguas naturales pueden contener disueltos compuestos que les confieren **olor y sabor**. Estos parámetros son muy sensibles a las apreciaciones personales y es difícil sistematizar las medidas.

La **temperatura** afecta la mayoría de los procesos biológicos que tienen lugar en los ecosistemas acuáticos. Afecta la solubilidad de los gases disueltos en el agua. Las variaciones de temperatura del agua se producen debido a las variaciones de la temperatura ambiente originadas en el ciclo natural de las estaciones. El impacto antropogénico más importante es el uso del agua como elemento refrigerante, especialmente en las centrales térmicas.

La **conductividad** es la capacidad que presenta el agua para conducir la electricidad. Se debe a las sales que lleva disueltas. No es un parámetro específico de una especie concreta sino que engloba al conjunto de iones. La conductividad es afectada por el tipo de terreno que atraviesa el agua y por la presencia o no de vertidos de aguas residuales ya que los iones que contienen no son eliminados por los procesos de depuración. Este parámetro sirve para determinar la existencia de algunos vertidos y la posibilidad de reutilización del agua para regar. Las medidas se realizan mediante un conductímetro.

Entre los indicadores químicos describiremos: pH, dureza, oxígeno disuelto, materia orgánica, nutrientes, plaguicidas y metales pesados.

La **concentración de iones hidrógeno** ($\text{pH} = -\log[\text{H}^+]$) interviene en los equilibrios de diferentes sustancias químicas que pueden encontrarse en diferentes formas de acuerdo a la acidez, por ejemplo en la solubilidad de los metales. El intervalo de acidez idóneo para la vida es muy estrecho y crítico. El pH de las aguas naturales se encuentra en un rango comprendido entre 6 y 9.

La **dureza** se define como la suma de todos los cationes multivalentes presentes en el agua. Los más importantes son calcio y magnesio y suele calcularse su valor como la suma de ellos.

Químicamente, el índice de dureza se define como: $\text{dureza} = [\text{Ca}^{2+}] + [\text{Mg}^{2+}]$. La dureza se expresa, no en concentración molar de iones, sino como la masa en miligramos (por litro) de carbonato de calcio que contiene el mismo número de iones dipositivos (+2). Así por ejemplo, una

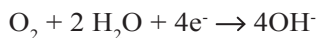
muestra de agua que contenga un total de 0.0010 moles de $\text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+}$ por litro, tendría un valor de la dureza de 100 miligramos de CaCO_3 , ya que la masa molar del CaCO_3 es 100 gramos y, por tanto, 0,0010 moles pesan 0,1 g o 100 mg. La manifestación más evidente de la dureza del agua es la precipitación de sales insolubles de los jabones. Las aguas se clasifican como: blandas: 0-60 mg/L CaCO_3 , moderadamente blandas: 60-120 mg/l CaCO_3 , duras: > 120 mg/l CaCO_3 . La dureza se determina mediante una valoración con EDTA. Si fuera necesario determinar calcio y magnesio individualmente se recomienda realizar las determinaciones por absorción atómica.

El **oxígeno disuelto** es uno de los indicadores más utilizados para el medio fluvial ya que participa en un gran número de procesos que tienen lugar en el medio acuático. Es aportado por intercambio con la atmósfera y por la acción fotosintética de los productores primarios. Es consumido por los microorganismos en los procesos de oxidación de la materia orgánica e inorgánica y en los de respiración. Se determina por el método de Winkler que involucra la precipitación del oxígeno como óxido de manganeso su redisolución en medio ácido y la valoración mediante una yodometría.

De lejos, el más importante agente oxidante en las aguas naturales es el oxígeno molecular disuelto, O_2 . En la reacción, cada uno de sus átomos de oxígeno se reduce desde su estado de oxidación cero hasta el estado -2 en el H_2O o en el OH^- . La hemireacción que tiene lugar en disolución ácida es:



mientras que la que ocurre en disolución básica es:



La concentración de oxígeno disuelto en agua es pequeña a causa de su baja solubilidad y, por tanto, es precaria desde el punto de vista ecológico. Para la reacción:

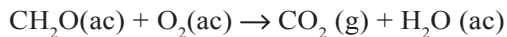


la constante de equilibrio que debe considerarse es la constante de la Ley de Henry, K_H , que para el oxígeno a 25°C es $1,3 \times 10^{-3} \text{ mol L}^{-1} \text{ atm}^{-1}$:

$$K_H = [\text{O}_2(\text{ac})]/P_{\text{O}_2} = 1,3 \times 10^{-3} \text{ mol L}^{-1} \text{ atm}^{-1}$$

Puesto que en el aire seco la presión parcial de oxígeno, P_{O_2} , es de 0,21 atm, se tiene que la solubilidad del O_2 es 8,7 miligramos por litro de agua (87 ppm). Debido a que las solubilidades de los gases aumentan al disminuir la temperatura, la cantidad de O_2 que se disuelve a 0°C (14,7 ppm) es mayor que la cantidad que se disuelve a 35°C (7,0 ppm).

Se define como **materia orgánica** a un conjunto de compuestos de composición y estructura química bastante diferente, pero que presentan una característica común: su capacidad para reaccionar con el oxígeno en un proceso de oxidación. El oxígeno disuelto en agua oxida la materia orgánica. Si se supone, por simplicidad, que ésta es un hidrato de carbono polimérico (por ejemplo, los tejidos de las plantas), con una fórmula empírica aproximada de CH_2O , la reacción de oxidación puede formularse como:



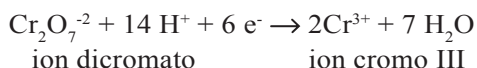
El oxígeno disuelto en agua también puede consumirse por la oxidación del amoníaco (NH_3) y del amonio (NH_4^+) disueltos, que son sustancias que, igual que la materia orgánica, están presentes en agua como resultado de la actividad biológica y por oxidación dan lugar a la formación de ion nitrato (NO_3^-).

La materia orgánica puede ser transportada a partir de las interacciones con el cauce o generada en el seno de la propia masa de agua. Es un componente característico de los vertidos de aguas servidas y es un indicador de contaminación doméstica.

La capacidad de la materia orgánica en una muestra de agua natural a consumir oxígeno, se denomina *demanda bioquímica de oxígeno* (DBO). Se evalúa experimentalmente, determinando la concentración de oxígeno

disuelto al comienzo y al final de un período de 5 días en el que una muestra sellada de agua permanece en la oscuridad a una temperatura constante, usualmente 20 ó 25°C. Las reacciones de oxidación están catalizadas en la muestra por la acción de microorganismos presentes en el agua natural. La demanda de oxígeno determinada con este ensayo, a menudo designada por DBO₅, corresponde a un 80% de la que se determinaría si el experimento hubiese ocurrido durante un tiempo más prolongado.

Puede realizarse una determinación más rápida de la demanda de oxígeno evaluando la *demanda química de oxígeno*, DQO, de una muestra de agua. El ion dicromato en lugar del O₂, se utiliza para determinar los valores de DQO. La hemireacción de reducción para el dicromato cuando oxida la materia orgánica es



En la práctica, se añade a la muestra un exceso de dicromato, y este exceso se valora con un reductor, el Fe⁺², hasta el punto final. El número de moles de O₂ que la muestra necesita para completar la oxidación corresponde a un 6/4 (= 1,5) veces el número de moles de dicromato, ya que este último acepta seis electrones por ion, mientras que el O₂ acepta sólo cuatro.

La dificultad de la DQO como parámetro de medida de la demanda de oxígeno es que la disolución ácida de dicromato es tan oxidante, que oxida sustancias que en aguas naturales consumen oxígeno muy lentamente y, por tanto, no representan una amenaza real a sus contenidos en oxígeno. En otras palabras, el dicromato oxida sustancias que no serían oxidadas por el O₂ en la determinación de DBO.

No es raro que aguas contaminadas por sustancias orgánicas asociadas a animales, a residuos de alimentos o a aguas residuales, tengan una demanda de oxígeno que exceda la solubilidad máxima de equilibrio del oxígeno disuelto. En estas circunstancias, excepto que el agua esté continuamente aireada, rápidamente el oxígeno disuelto se agota y los peces mueren.

Finalmente, hay otros dos parámetros utilizados para determinar la cantidad de sustancias orgánicas presentes en las aguas naturales. El *carbono orgánico total*, COT, se utiliza para la materia orgánica disuelta y suspendida en el agua; por ejemplo, para el agua subterránea este parámetro tiene un valor de aproximadamente un miligramo por litro, es decir 1 ppm de carbono. El parámetro *carbono orgánico disuelto*, COD, se utiliza para caracterizar el material orgánico que está disuelto. Para aguas superficiales, el COD es de unos 5 ppm en promedio, aunque en aguas pantanosas puede alcanzar valores diez veces superiores, y para aguas residuales no tratadas, los valores típicos de COD son de cientos de ppm.

Resumiendo, las determinaciones de materia orgánica se realizan por: a) oxidación por parte de microorganismos, que se denomina demanda bioquímica de oxígeno (DBO); b) oxidación por medio de un oxidante químico estandarizado, que puede ser dicromato de potasio; en cuyo caso se denomina demanda química de oxígeno (DQO), o permanganato de potasio; en cuyo caso se denomina oxidabilidad; c) oxidación total de la materia orgánica: Carbono orgánico total (COT).

La demanda bioquímica de oxígeno (DBO) es el más aproximado a los procesos que tienen lugar en el medio acuático. Se asume que en la muestra ya hay microorganismos que pueden facilitar la oxidación de la materia orgánica por parte del oxígeno disuelto en el agua. La cantidad de oxígeno consumido, que es lo que se mide y se informa en mg de oxígeno/L, depende del tiempo. Por eso la determinación se realiza a los 5 días: DBO₅. Es necesaria una temperatura de referencia, que se fija en 20°. Como se mide diferencia de oxígeno, la reacción se lleva a cabo en la oscuridad. El valor de saturación de oxígeno a 20° es 9 mg/L. Esto hace necesario que se realicen diluciones, lo que constituye una fuente de error en la determinación.

Este método presenta variabilidad intrínseca: es una reacción entre compuestos que no se sabe cuáles son con unos microorganismos no identificados. Se mide un parámetro global: diferentes concentraciones de compuestos pueden dar la misma DBO. En experiencias entre laboratorios,

los valores pueden oscilar entre un 112% de exceso y un 58% de defecto. Para aguas naturales: DBO es del orden de 10 mg/L, para aguas residuales urbanas tratadas: 500 mg/L, llegando en el caso de excretas de cerdos a valores de 15000 mg/L.

Si bien es la medida más representativa de lo que acontece en el medio natural, debe tenerse en cuenta que no es una medida inmediata (5 días) y la materia orgánica no es el único consumidor de oxígeno. La oxidación de amonio es significativa a partir de 7 días.

Los métodos de oxidación química incluyen la oxidación con dicromato de potasio (DQO), o con permanganato de potasio (Oxidabilidad). El oxidante químico reacciona con sustancias difíciles de biodegradar, por lo que los valores de DQO son en general mayores, y la relación entre DBO y DQO no es lineal. En general, la relación DQO/DBO para un agua residual urbana es aproximadamente 2 y valores superiores indicarían la presencia de aguas residuales industriales con productos químicos de difícil biodegradación. La DQO es de más fácil estandarización y reproducibilidad y se realiza en un tiempo menor (2 h). Tiene menor sentido físico para evaluar el impacto de agua residual en un medio receptor.

En las determinaciones de carbono orgánico total (COT) se oxida en forma total la muestra y se determina el carbono como dióxido de carbono. El proceso de oxidación se lleva a cabo por combustión catalítica, que permite efectividad en la oxidación de compuestos más resistentes, como son las proteínas o la materia particulada. Es el más utilizado en el tratamiento de aguas. La cuantificación del dióxido de carbono generado se puede realizar volumétricamente, por conductividad térmica o una sonda específica. Este método es de más fácil automatización y aunque los equipos disponibles son costosos, se requiere menor tiempo y permite el análisis simultáneo de muchas muestras.

Con el término de **nutrientes** nos referimos fundamentalmente a los compuestos de nitrógeno y de fósforo. Estos compuestos acompañan a la ma-

teria orgánica en los efluentes domésticos, y pueden provenir también de fertilizantes y de excretas ganaderas.

Existen varias formas ambientalmente importantes de nitrógeno, que difieren en el grado de oxidación del átomo de nitrógeno. Las formas más reducidas son el amoníaco, NH_3 y su ácido conjugado, el ión amonio, NH_4^+ . La forma más oxidada es el ión nitrato, el cual existe en sales sólidas, en disoluciones acuosas y en el ácido nítrico, HNO_3 . En disolución, los intermedios más importantes entre estos extremos son el ión nitrito, NO_2^- , y el nitrógeno molecular, N_2 .

En el proceso de la nitrificación catalizado por microorganismos, el amoníaco y el ión amonio se oxidan a nitrato, mientras que en el correspondiente proceso de desnitrificación, el nitrato y el nitrito se reducen a nitrógeno molecular. (El óxido nitroso, N_2O , es un subproducto minoritario en ambos casos). Los dos procesos son importantes tanto en suelos como en aguas naturales. En ambientes aeróbicos, como la superficie de lagos, el nitrógeno está en su estado de oxidación más alto: en forma de nitrato, mientras que en ambientes anaeróbicos, como el fondo de los lagos estratificados, existe en su estado más reducido: en las formas amoníaco y de ión amonio. El ión nitrito existe en ambientes anaeróbicos como suelos anegados que no están demasiado reducidos para convertir todo el nitrógeno a amoníaco. La mayoría de las plantas pueden absorber nitrógeno sólo en la forma más oxidada, como nitrato, con lo que el amoníaco o el ión amonio utilizados como fertilizantes deben, primero oxidarse por medio de microorganismos antes de ser útiles para la vida de las plantas. Estos procesos de oxido-reducción entre las diferentes especies de nitrógeno, catalizados por microorganismos se conoce como ciclo del nitrógeno.

Las determinaciones de Nitrógeno Total se realizan por el método de Kjeldahl. El nitrato puede determinarse espectrofotométricamente en aguas subterráneas. Existen kits comerciales para la determinación de las diferentes especies de nitrógeno. La cromatografía iónica es un método adecuado y preciso para la determinación simultánea de las diferentes formas iónicas. El procesamiento previo depende de la matriz ambiental.

Debido a su carga negativa el ion nitrato no es adsorbido por los coloides del suelo y es altamente móvil. Por lo tanto, pasa a la zona no saturada y de allí a aguas subterráneas.

El nitrato provoca metahemoglobinemia ya que puede reducirse a nitrito e interferir con el transporte de oxígeno por la hemoglobina (enfermedad del bebé azul, frecuentemente fatal para bebés menores de 6 meses).

El fósforo presenta un número menor de compuestos solubles que el nitrógeno. En los fertilizantes, se aplica normalmente como sales de calcio o amonio. Es tomado por plantas o microorganismos como $H_2 PO_4^-$ o $H PO_4^{2-}$.

Reacciona con Al, Fe o Ca en los suelos para formar compuestos insolubles. Queda normalmente retenido por los constituyentes del suelo, por lo que a menos que los aportes sean excesivos no llega a las aguas subterráneas. Puede afectar el agua subterránea en acuíferos someros en zonas de suelos arenosos.

Las determinaciones de fósforo se realizan espectrofotométricamente. Se determina P total (previa digestión) y P soluble.

Los aportes excesivos de nitrógeno y fósforo pueden ocasionar fenómenos de eutrofización.

La urbanización y la explotación agropecuaria intensiva producen aportes excesivos de nutrientes a cuerpos lénticos como lagos y embalses, promoviendo la proliferación algal y otros síntomas de eutrofización. Este proceso tiene un efecto adverso en la calidad de agua, ya que grandes cantidades de plantas acuáticas causan disminución del oxígeno hipolimniótico, aumentando la turbidez, afectando la biodiversidad de peces, e interfiriendo en los procesos de potabilización de agua. El fósforo es normalmente el factor limitante para el crecimiento de algas y plantas en aguas superficiales, ya que una concentración de 10 ppb puede causar eutrofización.

Se denomina **metales pesados** a aquellos elementos químicos que poseen un peso atómico comprendido entre 63.55 (Cu) y 200.59 (Hg), y que presentan un peso específico superior a 4 (g cm⁻³). Cabe destacar que en esta categoría entran prácticamente todos los elementos metálicos de interés económico, por tanto, de interés minero. Lo que hace tóxicos a los metales pesados no son en general sus características esenciales, sino el tipo de especie que forman en un determinado medio y las concentraciones en las que pueden presentarse. Cabe recordar que de hecho los seres vivos necesitan (en pequeñas concentraciones) a muchos de estos elementos para funcionar adecuadamente. Ejemplos de metales requeridos por el organismo incluyen el cobalto, cobre, hierro, hierro, manganeso, molibdeno, vanadio, estroncio, y zinc. El caso del hierro es notable entre éstos, siendo vital para la formación de hemoglobina.

Los metales pesados pueden encontrarse en aguas naturales, aunque sus concentraciones, en ausencia de contaminación, son muy bajas. Los metales pesados pueden encontrarse como coloides, sólidos en suspensión o disueltos, presentando diferente grado de biodisponibilidad.

A su vez la química del sistema acuoso regula las tasas de adsorción-absorción en el sistema agua-sedimento. La adsorción remueve el metal de la columna de agua; la desorción lo incorpora nuevamente a ésta. Los parámetros que regulan el sistema son: la salinidad, el potencial redox (Eh), y el pH:

a) Un incremento de la salinidad conlleva una competencia, entre metales pesados y los cationes mayoritarios (metales de los grupos I y II), por los sitios de interacción con las arcillas, lo que se traduce en la expulsión de los metales pesados, y su devolución a la columna de agua.

b) Un incremento del Eh genera la inestabilidad de los compuestos reducidos, por ejemplo, sulfuros, poniendo el metal en solución.

c) Un decrecimiento del pH tiene dos efectos favorece la solubilidad de los metales.

El desarrollo tecnológico, el consumo masivo e indiscriminado y la producción de desechos principalmente urbanos, ha provocado la presencia de muchos metales en cantidades importantes en el ambiente, provocando numerosos efectos sobre la salud y el equilibrio de los ecosistemas. Los metales son persistentes en el ambiente. Pueden cambiar de especie química, o de matriz. Se incorporan con los alimentos o como partículas que se respiran y se van acumulando en el organismo, hasta llegar a límites de toxicidad. Si la incorporación es lenta se producen intoxicaciones crónicas, que dañan los tejidos u órganos en los que se acumulan.

Un caso particular es el arsénico, que es un metaloide. Es un elemento altamente tóxico y que es de origen natural en aguas subterráneas en nuestro país. La llanura chaco pampeana es una de las regiones más extensas del mundo, que presenta aguas subterráneas con altos contenidos de este elemento. El límite recomendado por la Organización Mundial de la Salud para consumo humano es de $10 \mu\text{L}$ (10ppb).

Las bajas concentraciones a las que muchos de estos metales pesados o metaloides pueden presentar toxicidad involucra la necesidad de utilizar instrumentación compleja para obtener resultados confiables. Los métodos más utilizados para determinar metales pesados son la espectrometría de absorción atómica, la espectrometría de emisión de plasma (ICP) y el ICP acoplado a un espectrómetro de masas, que es el método más sensible.

Cada elemento tiene una estructura atómica única con electrones en niveles energéticos bien definidos. El movimiento de los electrones entre estos niveles, que requiere la absorción o emisión de energía también está bien definido, estando aquí la clave de la espectroscopia de emisión. Si se excitan los átomos en una muestra utilizando una fuente energética muy alta –una llama, chispa o un plasma- muchos de los electrones de los átomos se excitarán a niveles superiores. Casi inmediatamente, estos electrones en estado excitado se relajarán retornando al estado fundamental, por medio de la emisión de un fotón cuya energía corresponda a la diferencia entre los niveles energéticos del estado excitado y del fundamental. La ener-

gía de promoción está bien definida, es decir, que sólo pueden absorberse energías específicas para un átomo en particular, la energía liberada en esta relajación –y el fotón que contiene esta energía- es muy específica. Puesto que la energía del fotón está estrictamente relacionada con la longitud de onda, una forma de detección de la luz emitida por una muestra después de que los átomos de ésta se exciten de algún modo: esta luz es característica de los átomos excitados en la muestra.

En caso de ICP, la fuente de excitación es un plasma a temperatura muy elevada. La luz de una muestra de átomos inyectados en el plasma es recogida mediante lentes y espejos y focalizada sobre una rejilla de difracción. Esta rejilla separa las longitudes de onda individuales (tal como lo hace un prisma) y focaliza la luz en un tubo fotomultiplicador (TFM), el cual convierte la luz en señales electrónicas. Las longitudes de onda de la luz son específicas de los elementos en el plasma que emiten los fotones, y la intensidad de la luz, medida por el TFM, da la concentración del elemento presente en la muestra.

Los **plaguicidas** son sustancias químicas o mezclas de sustancias, destinadas a matar, repeler, atraer, regular o interrumpir el crecimiento de seres vivos considerados plagas.

Los plaguicidas no son necesariamente venenos, pero pueden ser tóxicos para los humanos u otros animales. De acuerdo a la Convención de Estocolmo sobre Contaminantes orgánicos persistentes, 9 de los 12 más peligrosos y persistentes compuestos orgánicos son plaguicidas.

El término plaguicida está más ampliamente difundido que el nombre genérico exacto: **biocida** (literalmente: matador de la vida). El término plaguicida sugiere que las plagas pueden ser distinguidas de los organismos no nocivos, que los plaguicidas no lo matarán, y que las plagas son totalmente indeseables.

Los plaguicidas pueden clasificarse atendiendo a diversos aspectos.

Según el destino de su aplicación pueden considerarse: a) Plaguicidas de uso fitosanitario destinados a su utilización en el ámbito de la sanidad vegetal o el control de vegetales; b) Plaguicidas de uso ganadero: destinados a su utilización en el entorno de los animales o en actividades relacionadas con su explotación; c) Plaguicidas de uso en la industria alimentaria: destinados a tratamientos de productos o dispositivos relacionados con la industria alimentaria; d) Plaguicidas de uso ambiental: destinados al saneamiento de locales o establecimientos públicos o privados; e) Plaguicidas de uso en higiene personal: preparados útiles para la aplicación directa sobre el ser humano; f) Plaguicidas de uso doméstico: preparados destinados para aplicación por personas no especialmente calificadas en viviendas o locales habitados.

Según su acción específica pueden considerarse: insecticidas; acaricidas; fungicidas; bactericidas, herbicidas, rodenticidas.

Según su constitución química, los plaguicidas pueden clasificarse en varios grupos, los más importantes son: organoclorados, organofosforados, carbamatos, triazinas, piretroides, derivados de urea. Algunos de estos grupos engloban varias estructuras diferenciadas, por lo que, en caso de interés, es posible efectuar una subdivisión de los mismos.

El uso de plaguicidas crea una serie de problemas para el medio ambiente. Más del 98% de los insecticidas fumigados y del 95% de los herbicidas llegan a un destino diferente del buscado, incluyendo especies vegetales y animales, aire, agua, sedimentos de ríos y mares y alimentos. La deriva de pesticidas ocurre cuando las partículas de pesticidas suspendidas en el aire son llevadas por el viento a otras áreas, pudiendo llegar a contaminarlas.

Estos compuestos pueden ser tóxicos a muy bajas concentraciones. Por otra parte, dada su estructura son en general poco solubles en agua y propensos a bioacumularse en biota. Para poder cuantificarlos a las bajas concentraciones en que se encuentran en el ambiente se utilizan métodos instrumentales, particularmente cromatográficos.

Entre los indicadores biológicos, podemos mencionar métodos microbiológicos, ecológicos, fisiológicos y bioquímicos y ecotoxicológicos.

Cuando nos referimos a **métodos microbiológicos**, involucramos a bacterias, parásitos, virus presentes en agua. La contaminación microbiológica es un factor que no puede ponerse en riesgo en el caso del agua de consumo humano por sus efectos extensos y agudos.

Las bacterias, como componentes de la cadena trófica, pueden usarse como indicadores de la calidad de agua en general, pero su uso como indicadores se centra en la determinación de la contaminación fecal. Debe seleccionarse un tipo de microorganismo que esté siempre presente en la materia fecal que asegure que su ausencia represente la ausencia de otros microorganismos presentes en la materia fecal. Los organismos seleccionados son las bacterias coliformes, más específicamente la *Escherichia coli*.

Existe la tendencia de ir incorporando otros organismos cuya presencia involucre la necesidad de tratamientos especiales.

Los **métodos ecológicos** se basan en el hecho de que cada organismo ocupa de forma preferencial determinados hábitats que vienen definidos por un conjunto de condiciones físicas, químicas y biológicas. La aplicación de este criterio se basa en establecer índices que definan la calidad del agua en función de las especies presentes, que se denominan índices bióticos.

Es necesario definir índices locales debido a la dificultad de hallar especies que sean representativas en todo el mundo. Los índices bióticos se basan en la presencia/ausencia de determinados grupos de organismos indicadores. Estos índices no indican cuál es la sustancia o sustancias que provocan la alteración y/o contaminación, únicamente proporcionan información sobre el estado general del ecosistema.

Los **métodos fisiológicos** se basan en la medida de la velocidad con que los organismos presentes en una masa de agua son capaces de crecer, de-

gradar un sustrato o generar un producto. Los **métodos bioquímicos** se usan como alternativa para efectuar el seguimiento de los microorganismos de interés utilizando técnicas de biología molecular.

Los **métodos ecotoxicológicos** evalúan la calidad de un agua respecto a su potencial tóxico. No interesa identificar unívocamente la composición del agua, sino cuál será su impacto sobre un medio receptor. Se establecen dos tipos de toxicidad: a) aguda: causada por exposición a una dosis elevada del compuesto en un período breve de tiempo; b) crónica: causada por dosis muy bajas de compuesto tóxico en un período de tiempo relativamente largo, provocando la muerte o alguna alteración a nivel biológico y/o fisiológico. Se han desarrollado diferentes protocolos en los que varían los organismos utilizados como test.

Muestreo, Analisis, Interpretacion y Confiabilidad de los Datos Quimicos

Los contaminantes químicos son de variada naturaleza y estructura. Los métodos para su determinación están debidamente estandarizados y las metodologías existentes permiten su determinación a nivel de trazas. En el caso de trazas inorgánicas, los métodos de determinación por absorción atómica o espectrometría de emisión por inducción de plasma acoplado (ICP de emisión) permiten la detección de partes por billón. En el caso de trazas orgánicas, las cromatografías gas-líquido o líquida de alta resolución alcanzan los mismos niveles de sensibilidad. En el caso de contaminantes orgánicos persistentes, como por ejemplo los compuestos organoclorados (bifenilos policlorados, plaguicidas) se usan detectores específicos de captura electrónica en los cromatógrafos gas-líquido. Estos compuestos de variada estructura, son en general hidrofóbicos, por lo cual los niveles en agua son muy bajos, concentrándose en sedimentos y biota.

La toma de muestras o muestreo debe ser estadísticamente representativa del conjunto total que se quiere medir, para que los resultados que se obtengan de su análisis permitan conclusiones objetivas y defendibles.

Para desarrollar un plan de muestreo debe decidirse cuándo y dónde deben ser tomadas las muestras. El diseño del muestreo dependerá de los objetivos.

En muestreos bidimensionales, se debe determinar la posición (coordenadas espaciales) y lo podemos hacer de varias maneras: a) muestreo al azar: la zona a muestrear se divide en áreas mínimas representativas (p.ej. parcelas de 1m² y se eligen n posiciones al azar; b) muestreo en transecta: se elige la posición de partida y la longitud de la transecta y luego las muestras se toman sobre ella, c) muestreo en dos etapas: se divide la zona de muestreo en subunidades regulares, por pendiente, tipo de suelo u otra característica física, y luego se toman muestras en cada subunidad; d) muestreo en grilla: se toman muestras a intervalos regulares de espaciado fijo.

En el caso de muestreos tridimensionales, debe además tenerse en cuenta la dimensión vertical, como es el caso para muestras en profundidad o en la atmósfera.

La distribución temporal también ofrece variantes. Muchos fenómenos tienen características cíclicas, las muestras afectadas por actividad biológica pueden exhibir grandes cambios en el tiempo.

El sistema de toma de muestra variará según el origen del agua. Por ejemplo, para el análisis físico-químico, en el caso de una cisterna o de un depósito, la botella será sumergida a una cierta distancia del fondo (50 cm) y de la superficie, bastante lejos de las orillas o de los bordes, así como de los obstáculos naturales o artificiales, evitando remover el fondo. En el caso de un lago, de un río o de un cuerpo de agua natural, hay que escoger varios puntos de toma, y en cada uno de ellos, tomar varias muestras a diferentes profundidades. En el caso de una bomba, las tomas se harán normalmente, al término de una prueba de bombeo ininterrumpida. En el caso que el agua sea proveniente de un grifo será indispensable dejar correr el agua durante por lo menos 10 minutos y lavar el grifo con alcohol antes de tomar la muestra. En cuanto al recipiente, se utilizan botellas de plástico, lavadas y enjuagadas tres veces con el agua de muestreo. El tapón

se ha de poner de tal forma que no quede ninguna burbuja de aire. En todos los casos, la muestra debe ser representativa y homogénea. Las muestras deberán conservarse en la heladera (4° C) hasta su envío al laboratorio.

Para análisis especiales, como por ejemplo de metales pesados o contaminantes orgánicos, deben consultarse los protocolos específicos.

Se denomina exactitud de un análisis químico a la diferencia entre el valor de la magnitud obtenido en la determinación química y el valor verdadero, mientras que la precisión de una serie de mediciones de una misma magnitud describe la diferencia entre los valores individuales de cada medición. En general, se distinguen 2 tipos de errores con respecto a los análisis químicos: los errores en la precisión o errores estadísticos, que se reflejan en fluctuaciones en los procedimientos analíticos y errores en la exactitud, o errores sistemáticos que se deben a procedimientos erróneos o a la presencia de interferencias durante los análisis. La precisión puede ser calculada repitiendo los análisis de una misma muestra, la exactitud sólo puede ser comprobada analizando muestras de patrones de referencia o por comparación de los resultados de distintos laboratorios. Cuando las concentraciones son muy bajas, los análisis por duplicado igual pueden presentar variaciones cuando la sensibilidad del método es insuficiente.

Se acepta internacionalmente que la calidad de las mediciones químicas y la comparabilidad de los resultados están basados en los siguientes aspectos: uso de métodos analíticos validados, equipos debidamente mantenidos y calibrados, uso de materiales de referencia para las calibraciones, control de calidad interno efectivo, participación en esquemas de ensayos interlaboratorios, auditorías independientes de los procedimientos, personal debidamente entrenado.

Estos aspectos son fundamentales pues para determinar la calidad del agua debemos saber para cada uso, que contiene y en que cantidad, pues no debe exceder un límite determinada para considerarla apta para ese uso específico. Por lo tanto, debemos asegurar la representatividad del muestreo

y la calidad de las mediciones químicas para que los resultados obtenidos nos permitan conclusiones válidas.

Referencias

- BAIRD, C. (2001), Química Ambiental, Editorial Reverté S.A., España, 622 pp.
- APHA (1998) American Public Health. Stándar Methods for the Examination of Water and Waster. Washington Dc, USA.
- DE HAAN H, DE BOER T, KRAMER H and VOERMAN. V. (1982). Applicability of light absorbance as a measure of organic carbon in humic lake water. Water Research, 16: 1047-1050.
- EPA'S (1996) Lawrence H. Keith Compilation of EPA's Sampling and Analysis Methods Washington Dc, USA.
- KRANTZBERG G, TANIK A, ANTUNES DO CARMO J, INDARTO A y EKDA, A. (2010). Advances in Water Quality Control. Scientific Research Publishing, USA.
- HANSHAW, B., BACK, W. y DEIKE, R. (1971). A geochemical hypothesis for dolomitization by ground water. Economic Geology 66:710-724.
- HESSEN, D.O. y TRANVIK L. J., Eds., (1998), Aquatic humic substances, Springer, Alemania, 349 pp.
- ESCOBAR I. y SCHAFFER, A. I. (2010). Sustainable Water for the Future: Water Recycling versus Desalination. Elsevier, 251pp.
- PAOLINI J.D. (2010). Ambiente y recursos Naturales del partido de Ba-

hía Blanca. Clima, Geomorfología, suelos y aguas (sudeste de la provincia de Buenos Aires), Editorial de la Universidad Nacional del Sur, 132pp.

- PAOLINI J. D. y GONZÁLEZ URIARTE M. (2005). Geoambiente y evaluación de las aguas freáticas del partido de Coronel Dorrego. Editorial de la Universidad Nacional del Sur, 242p.

- KILHAM, P. (1990). Mechanisms controlling the chemical composition of lakes and rivers: Data from Africa. *Limnology and Oceanography*, 35 (1) 80:83.

- FRIONI, L. (2011). Microbiología: básica, ambiental y agrícola. Orientación Grafica Editora, 768p.

- LIVINGSTONE D. (1963). Chemical composition of rivers and lakes. *US Geol Surv Prof Paper 440 G*, pp.1-63.

- MANAHAN, S., (1991 a), Environmental Chemistry, Tomo I, Lewis Publishers, 5th ed., USA, 249 pp.

- MANAHAN, S., (1991 b), Environmental Chemistry, Tomo II, Lewis Publishers, 5th ed., USA, 249 pp.

- SEOÁNEZ CALVO, M (1999) Aguas residuales tratamiento por humedales artificiales .Fundamentos científicos. Tecnologías. Diseño. Ediciones Mundi-Prensa.

- OTSUKI, A. y WETZEL, R. (1973). Interaction of yellow organic acids with calcium carbonate in freshwater. *Limnology and Oceanography*, 18: 490-493.

- PEPPER, I.L., GERBA, CH. P. y BRUSSEAU, M.L. (Eds). (1996). Pollution Science, Academic Press, UK, 397 pp.

- PLUMMER, L., BLAIR, F. y TRUESDELL, A. (1978). WATEQF A computer program for calculating chemical equilibrium of natural waters. U.S. Geological Survey. Water Resources Investigations Report 76-13. 69 pp. Virginia. USA.
- REYNOLDS, R. (1978). Polyphenol inhibition of calcite precipitation in Lake Powell. *Limnology and Oceanography* 23:588-597.
- SALGOT, M., SANCHEZ, X. y TORRENS, A. (Eds). (1999), Recursos d'aigua, Fundació Agbar, España, 448 pp.
- SCHWARZENBACH, R.P., GSCHWEND, P.M. y IMBODEN, D. M. (1993) *Environmental Organic Chemistry*, John Wiley & Sons, Inc., USA, 681 pp.
- STUMM, W. y MORGAN, J.J. (1995). *Aquatic Chemistry*, 3rd, ed., John Wiley & Sons, Inc., USA, 1022 pp.
- SUESS, E. (1970). Interaction of organic compounds with calcium carbonate. *Geochimica et Cosmochimica Acta* 34:157-168.
- WETZEL R. (1983). *Limnology*, 2nd ed. Saunders, Philadelphia.
- WILSON A. (1959). Determination of fulvic acids in water. *Journal of Applied Chemistry*, 9: 501-510.
- PERAL, X. D. J. (2006) *Química ambiental de sistemas terrestres*. Editorial Reverté, S.A.

El funcionamiento de los ecosistemas acuáticos: síntesis de las teorías más relevantes

Alejandra Vanina Volpedo^{1,2}

¹Centro de Estudios Transdisciplinarios del Agua (Instituto UBA/INBA-CONICET). Av. Chorroarín 280, CP1427 Ciudad Autónoma de Buenos Aires, Argentina.

²CONICET.

avolpedo@fvet.uba.ar

El manejo eficiente de los ecosistemas acuáticos y sus recursos, depende en gran medida del funcionamiento de los mismos. Los ecosistemas acuáticos lénticos y lóticos poseen diferentes tipos de funcionamiento y de dinámicas asociadas con su geomorfología, su batimetría, la calidad de sus aguas, la velocidad del caudal y la latitud donde se encuentran.

El estudio del funcionamiento de los ecosistemas acuáticos ha sido iniciado por los limnólogos europeos en los lagos de dicho continente en el siglo pasado (François Alphonse Forel, Einar Naumann, August Thienemann, Ramón Margalef) y extendido a América del Norte (Edaurd Biget, George Huntchison; Robert Wetzel, Eugene Odum). En Sudamérica, este tipo de estudios han sido desarrollados intensamente a partir de las décadas del 60-70 siendo algunos de los exponentes más notables Raúl Ringuelet, José Galizia Tundisi, Francisco de Asis Esteves y Ernst Fitchau.

Estos autores determinaron que el funcionamiento de los ecosistemas acuáticos sudamericanos en gran medida no sigue los patrones registrados para los lagos europeos. Esto se debe básicamente a que el origen de los lagos europeos es generalmente glaciar, mientras que en Sudamérica este tipo de lagos esta circunscrito a las proximidades de la Cordillera de los Andes, en el resto del subcontinente predominan los lagos someros (llanura pampeana), los lagos andinos salobres (andes semiáridos), los lagos

cársticos (cenotes de Mesoamérica) y los lagos de origen volcánico (Centroamérica). El estudio de sistemas lóticos se ha desarrollado a partir de los 80 a nivel mundial siendo aún más reciente el estudio de las cuencas fluviales sudamericanas.

En este trabajo se presenta una revisión de las diferentes teorías y conceptos del funcionamiento de sistemas acuáticos lénticos y lóticos con el fin de ser una herramienta para la comprensión de la dinámica de estos diversos ambientes con el propósito de contribuir al uso sostenible de los mismos.

Control “bottom-up y top-down” en ecosistemas acuáticos lénticos.

El funcionamiento de los ecosistemas acuáticos puede basarse en dos tipos de regulaciones el control ascendente o “*bottom-up*” o por el control descendente o “*top-down*”. Según los tipos de ecosistemas acuáticos y sus características limnológicas y bioecológicas, predomina alguno de dos tipos de controles. Sin embargo recientemente se ha observado que ambos tipos de regulaciones pueden darse en simultáneo en el mismo ecosistema.

En los ambientes donde domina el fitoplancton el desarrollo del mismo dependerá de la disponibilidad de nutrientes (control *bottom-up*) y también de los consumidores secundarios (zooplancton) (control *top-down*). La presión de consumo por el zooplancton dependerá de su tamaño poblacional, el que estará determinado a su vez por el tamaño de la población de organismos zooplanctívoros.

Este tipo de control fue hallado por Hoeckam *et al.*, (2009) en relación a los detritus, estos autores determinaron que existe un efecto positivo sobre los microorganismos por el aumento de la disponibilidad de nutrientes. Sin embargo insectos predadores de microorganismos como las larvas de mosquitos pueden ejercer control sobre la población de microorganismos disminuyéndola (*top-down*).

Un control *top-down* similar también fue hallado en lagos someros subtropicales del Pantanal (Brasil) donde el incremento de la densidad y diversidad de la composición del zooplancton sugiere que los peces ejercen un control sobre dicho componente tanto en cantidad como en biodiversidad, y también regulan la abundancia del fitoplancton (Moraes Lima Silveira *et al.*, 2010).

De forma análoga, el tamaño poblacional de zooplantívoros depende de la población de piscívoros, lo que repercutirá indirectamente en el tamaño de la población fitoplanctónica. Esta forma de entender el funcionamiento ecosistémico es la denominada *hipótesis en cascada trófica*.

En los ecosistemas donde dominan las macrófitas flotantes, las mismas pueden afectar fuertemente la trama trófica (control *top-down*) a través de efectos directos e indirectos sobre distintas comunidades (invertebrados, plancton, peces), tanto litorales como pelágicas.

Las macrófitas arraigadas litorales en los ecosistemas acuáticos, actúan como trampa de nutrientes, disminuyendo la disponibilidad de los mismos para el fitoplancton, por lo que las poblaciones de fitoplancton disminuyen su abundancia, pero a su vez, debido a que aumentan los nichos ecológicos asociados a las raíces de las macrófitas, la comunidad de macroinvertebrados es generalmente más abundante y biodiversa. Esto fue hallado también en 233 lagos daneses por Jeppens *et al.*, (1997).

A diferencia de las macrofitas arraigadas litorales, la presencia de macrófitas sumergidas en los ambientes acuáticos, demostró que no se reduce la concentración de nitrato disponible en la columna de agua ni aumenta la cantidad de refugio para los zoopláncteres.

Hipótesis de las Cascadas Tróficas

Esta hipótesis se basa en la importancia de la predación de los niveles tróficos superiores y su efecto en cascada hacia los niveles tróficos inferiores, fue

desarrollada por Carpenter *et al.* (1985). Esta teoría fue propuesta para lagos del hemisferio norte y propone que, un aumento en la biomasa de peces piscívoros, reduciría la biomasa de peces planctívoros, aumentando así la biomasa de herbívoros (zooplancton) y por consiguiente, produciendo una disminución de la biomasa de fitoplancton. Estas interacciones tróficas en cascadas pueden explicar parcialmente la diferencia en productividad entre lagos con similar concentración de nutrientes, pero con redes tróficas diferentes.

En este sentido Shapiro (1980) propone que los nutrientes determinan la estructura trófica de la comunidad de los lagos. En la década de los 90, Lázaro (1997) se aplicó esta teoría a lagos y reservorio tropicales. Esto se pudo observar en los lagos patagónicos andinos argentinos, donde los cuerpos de agua con tres niveles tróficos (fitoplancton, macroplancton y zooplancton) y sin presencia de piscívoros que controlen a los zooplantófagos, poseen altas concentraciones de clorofila en agua, mientras que los lagos con cuatro niveles tróficos (fitoplancton, macroplancton, zooplancton y peces zooplantófagos) y con piscívoros controladores de plantófagos poseen bajas concentraciones de clorofila (Quiros, 1998).

Además también esta hipótesis fue verificada en una laguna somera de la llanura pampeana como es la presente en la Reserva Natural Otamendi, donde Sinistro *et al.*, (2007) determinaron la presencia de una cascada trófica de cuatro niveles (copépodos, micropláncteres, cilioflagelados heterotróficos y picoplancton).

Modelos conceptuales de funcionamiento de sistemas lóticos

Los ríos son componentes fundamentales a nivel regional y global de los ciclos biogeoquímicos, del transporte activo de materia y energía de una región a otra, de la distribución de especies y la interconexión de ecorregiones. Su dinámica es particular y en las últimas décadas los estudios limnológicos se han centrado sobre estos ecosistemas, algunos de los conceptos más destacados sobre los mismos se presentan seguidamente.

- **Río como un continuo** (*the River Continuum Concept*)

Los sistemas lóticos poseen una dinámica particular, en la década del los 80 se iniciaron los estudios sobre los modelos conceptuales del funcionamiento de estos ecosistemas.

En 1980, Vannote et al. desarrollan el concepto teórico del río como un continuo (RCC) (*“the River Continuum Concept”*). Dicho concepto describe el gradiente de condiciones físicas y químicas (en términos de aporte de energía) y el funcionamiento de los sistemas fluviales desde la naciente hasta la desembocadura.

Este modelo considera a los sistemas lóticos como un sistema integrado longitudinalmente, existiendo una fuerte dependencia entre el funcionamiento del río aguas abajo y aquellos procesos que tienen lugar aguas arriba. Los factores clave en la estructura de las comunidades bióticas de los ríos son los procesos geomorfológicos fluviales, la estructura física del río, el caudal hídrico, la velocidad de corriente, el sustrato y el ciclo hidrológico.

El gradiente continuo desde la cabecera a la desembocadura está acompañado por el aporte, transporte, almacenamiento y utilización de la materia orgánica por los diferentes grupos ecológicos funcionales, los cuales desarrollaron diversas estrategias bioecológicas para adaptarse al ambiente de manera eficiente (Figura 1, Tabla 1).

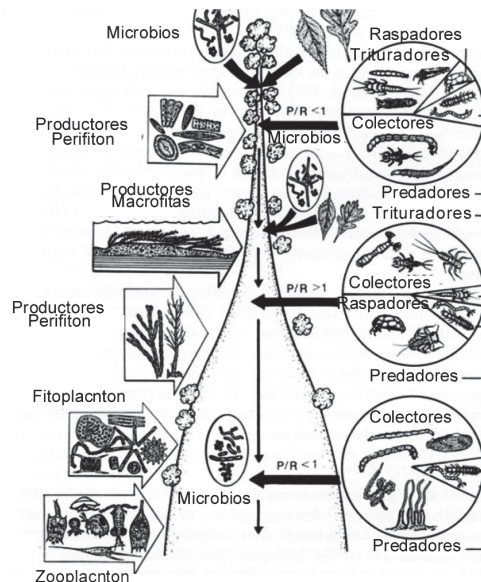


Figura 1. Esquema del río como un continuo (Modificado de Vannote *et al.*, 1980)

Características	Curso alto	Curso medio	Curso Bajo
Sustrato	Grueso o compactado	Mediano (Arena, grava)	Finos (Arcillas, limos)
Oxígeno disuelto	Saturado	Variable	Posibles periodos con disminución de oxígeno disuelto
Concentración de nutrientes Luz	bajo Sombreado del cauce (limitación para la productividad primaria fitoplanctónica)	alto Mayor penetración de la luz e incremento de la productividad primaria (perifiton y macrófitas)	Medio/bajo Penetración de la luz variable, dependiendo de la carga de materia orgánica y sedimentos que lleve el cauce del río. Generalmente gran cantidad de plancton e invertebrados bentónicos.
Relación con el medio terrestre aledaño	Zona de máxima interrelación con el medio terrestre por transporte de materia (aporte de hojarasca)	Menor cobertura de riberas en relación al ancho del cauce	Cauce ancho y profundo, mayor incremento del caudal.
Organismos dominantes	Invertebrados desmeduzadores de materia y colectores Peces insectívoros	Invertebrados (raspadores de perifiton, colectores y filtradores de seston) Peces piscívoros e insectívoros	Invertebrados (colectores y filtradores de seston, filtradores de materia orgánica) Peces plantívoros y detritívoros, pocos piscívoros
Biodiversidad	Baja a mediana	Alta	Baja a Media

Tabla 1. Características principales de los sectores de un río basados en la teoría de RCC.

El modelo de RCC presenta excepciones a su funcionamiento asociadas a:

- Particularidades geomorfológicas locales:

Los ríos no siempre presentan gradientes morfológicos desde la cabecera a la desembocadura como son los considerados en el modelo de RCC. Por ejemplo existen ríos de montaña que no tiene cobertura arbórea en su cabecera y que son altamente inestables y en su desembocadura poseen una alta biodiversidad ya que están asociados a ambientes con cobertura boscosa.

-Situación geográfica:

Los ríos ubicados en grandes altitudes (>1500m) pueden comportarse de manera similar a los de las altas latitudes (zona templado-frías). Teniendo desde sus cabeceras comunidades fitoplanctónicas importantes.

-Factores climáticos:

Estos factores son moduladores no solo del río, la calidad y cantidad de sus aguas sino también de la vegetación aledaña tanto en la naciente como en la parte media y desembocadura y por lo tanto también regulan el aporte de materia y energía proveniente alóctona.

-Estrés hídrico:

Las variaciones del perfil del río o la desembocadura de tributarios pueden determinar cambios en los procesos de erosión, transporte y sedimentación y con ello cambios en los grupos ecológicos asociados a esos tramos del río.

Se debe considerar que si bien la teoría RCC predice los aspectos generales de la dinámica de un río, sin embargo hay que considerar que el modelo no incluye la intervención humana por lo que en su aplicación hay que incluir factores de corrección importantes, ya que la mayoría de los cursos de agua presentan alteraciones de la calidad del agua por aportes de materia y energía proveniente de las actividades humanas, modificaciones en la cantidad por el establecimiento de represas, trasvases de agua de cuencas, canalizaciones, entre otras.

La espiral de nutrientes

El concepto de “la espiral de nutrientes” describe la variación espacial y temporal de transporte y utilización biótica de las sustancias disueltas en sistemas lóticos. El reciclado de nutrientes es un proceso importante en los ecosistemas. En ríos y arroyos, la disponibilidad de nutrientes con frecuencia limita la tasa de crecimiento de los productores primarios y microorganismos heterótrofos y la tasa de descomposición de la materia orgánica.

Bajo el concepto de “espiral de nutrientes” el reciclado de nutrientes en los sistemas fluviales es visualizado como una espiral que incluye medidas de utilización biológica y transporte de nutrientes aguas abajo. Ambos, el intercambio biótico de nutrientes y su transporte, pueden ser cuantificados en la escala longitudinal a lo largo de la cual tiene lugar el reciclado de nutrientes.

El concepto de espiral de nutrientes fue gestándose a fin de la década del 70 y desarrollado en la de los 80 para el nitrógeno, el fósforo y el azufre en ríos (Webster y Patten, 1979; Newbold *et al.*, 1982, Elwood *et al.*, 1983). De acuerdo a este concepto, la longitud de la espiral es utilizada como un indicador de la eficacia de retención de nutrientes por el sistema. Dicha longitud es la suma de la distancia de asimilación del nutriente (distancia viajada por una partícula hasta que es asimilada por la biota o adsorbida a la materia particulada, Newbold *et al.*, 1981) y la distancia de recambio o “*turnover*” (distancia viajada por una partícula dentro de la biota hasta que es nuevamente liberada al agua). La distancia de asimilación (nutrient uptake length), es el componente mayoritario de la espiral y por tanto, un buen indicador de la importancia relativa entre la utilización y el transporte de los nutrientes (Figura 2).

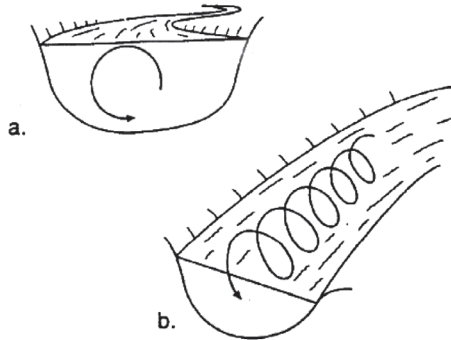


Figura 2. Representación esquemática de la espiral de nutrientes. a) Ciclo simple sin considerar el transporte de nutrientes, b) Ciclo en espiral combinado con el transporte de nutrientes

El ciclo de los nutrientes más importantes (P, N y S) en los ríos está controlado por diferentes factores como el régimen hidrológico, la temperatura y los grupos ecológicos presentes (McClain *et al.*, 2006). Sin embargo estos ciclos son modificados debido a factores antrópicos como el aporte de nutrientes (N y P) proveniente de las actividades agropecuarias que llega por escorrentía a los ríos y la contribución de los efluentes industriales y de urbanizaciones.

Grandes sistemas de río-llanura de inundación y el concepto del pulso de inundación.

Desde la década de los 90, se han intensificado los trabajos relacionados a la dinámica de los ríos de planicie, utilizando un amplio enfoque que incluye no sólo el cuerpo de agua sino también su llanura de inundación.

El funcionamiento y estructura de los ríos con planicie de inundación, como el Río Paraná, está condicionado por las inundaciones periódicas o pulsos de inundación (Junk *et al.*, 1989). Hoy se conoce que, en realidad, se trata de “pulsos de energía y materia” o “pulso hidrosedimentológico” (Neiff, 1990).

En grandes ríos como el Paraguay o el Paraná, las crecientes y las bajantes conforman dos fases complementarias del pulso: aguas altas o potamofase y aguas bajas o limnofase las cuales tienen una influencia notable en la estabilidad de los ecosistemas del macrosistema fluvial.

La frecuencia, la intensidad y la duración de ambas fases dependen de la posición topográfica de las islas del río, por lo que, en cada punto de la planicie inundable, los efectos de una misma creciente son potencialmente distintos (Neiff, 1996). La dinámica de pulsos está caracterizada por atributos hidrológicos definidos en la función *f* (FITRAS), acrónimo de: Frecuencia, Intensidad, Tensión, Regularidad, Amplitud, Estacionalidad (Neiff *et al.*, 1994).

El análisis del régimen de pulsos en cada posición topográfica de la planicie en la cual crecen las plantas, permite explicar los límites de su distribución y la velocidad que tiene cada tipo de paisaje (unidad de paisaje) de retomar su condición anterior a alguna perturbación (resiliencia).

Además, de la zona riparia, están presentes la zona hiporreica y la parafluvial, que se interconectan hidrológicamente con la corriente superficial. La zona hiporreica, se define como la región de sedimentos saturados y agua intersticial, situada directamente bajo la lámina de agua superficial, mientras que la zona parafluvial, denomina a la situada adyacente a la lámina de agua (barras de grava y arena).

La interconexión entre subsistemas se refleja en: un flujo de agua y sustancias disueltas y en suspensión, y el movimiento de organismos (como invertebrados bentónicos). El rol ecológico de la fauna hiporreica (bacterias, algas hongos, protozoos e invertebrados) es clave ya que afecta a procesos como la descomposición de la materia orgánica y el reciclado de nutrientes.

La interacción agua subsuperficial-agua superficial del ecosistema ripario-fluvial, a escala de un tramo, puede explicar muchas de las cuestiones relacionadas con la estructura y funcionamiento de los ríos. Los cambios

en la geomorfología del río a lo largo de su recorrido determinan la permeabilidad del sustrato y por tanto, las zonas preferentes de descarga e infiltración hacia el medio superficial.

Basados en esta hipótesis, en la década del noventa, Standford y Ward (1993) propusieron el concepto del corredor del hiporreos (“*hyporheic corridor concept*”) aplicable a aquellos ríos con predominio de materiales aluviales en sus lechos (típicos ríos de lechos de grava y arenas), que sufren cambios geomorfológicos como consecuencia de la constricción de sus valles. Esta configuración genera un incremento de la heterogeneidad ambiental, y un aumento de la diversidad biológica, a lo largo de un eje longitudinal.

La relación entre las teorías más relevantes sobre el funcionamiento de los ecosistemas acuáticos y el uso sostenible de sus recursos.

Si bien las diferentes teorías sobre el funcionamiento de los sistemas lénticos y lóticos tienen una aplicación relativa en las diferentes regiones y su aplicación global es inapropiada por las diferentes particularidades de los cuerpos de agua y su entorno, son una manera de profundizar las aproximaciones al conocimiento de estos ambientes.

El intentar desarrollar modelos que permitan explicar el funcionamiento de estos ambientes considerando las particulares propias de los mismos, es la base para la planificación de acciones tendientes a garantizar el uso sostenible de sus recursos y a predecir el potencial comportamiento de estos sistemas.

Un desafío para académicos y gestores es intentar aplicar algunas de las teorías preexistentes del funcionamiento de sistemas acuáticos, incluyendo los matices propios e identificar los factores desestabilizantes de la misma con el fin de comprender la dinámica de los mismos. De esta manera se podrían tener aproximaciones del funcionamiento real de estos ambientes y brindar un marco al manejo de los recursos y servicios que los mismos proveen.

Referencias

- CARPENTER, SR; JF KITCHELL y JR. HODGSON., (1985). Cascading trophic interactions and lake productivity. *BioScience*, 35: 634–639.
- ELWOOD. JW; JD NEWBOLD; RV O'NEILL y W VAN WINKLE., (1983). Resource spiraling: An operational paradigm for analyzing lotic ecosystems. Pages 3-27 *in* T.D. Fontaine and S.M. Bartell, eds. *Dynamics of lotic ecosystems*. Ann Arbor Science (Butterworth), Ann Arbor, Michigan, USA.
- HOECKAM D; R WINSTON y N MITCHELL., (2009). Top-down and bottom-up effects of a processing detritivore. *J-NABS* 28(3):552-559.
- JEPPENS E, J PEDER JENSEN; M SØNDERGAARD; T LAURIDSEN; L JUNGE PEDERSEN y L JENSEN., (1997). Top-down control in freshwater lakes: the role of nutrient state, submerged macrophytes and water depth. *Hydrobiologia* 342/343: 151–164.
- JUNK WG; PB BAYLEY y RE SPARKS., (1989). The flood pulse concept in river flood-plain systems. In: D.P. Dodge (ed.) *Proceedings of the International Large River Symposium (LARS)*: Can. J. Fish. Aq. Sci. 106: 110-127.
- LAZZARO X., (1997). Do the trophic cascade hypothesis and classical biomanipulation approaches apply to tropical lakes and reservoirs? *Verh. Internat. Verein. Limnol.*, 26: 719-730.
- MCCLAIN ME; RE BILBY y FJ TRISKA., (2006). Nutrient Cycles and Responses to Disturbance. 347-372. In: Naiman, R.J. and R.E. Bilby (eds.). 1998. *River Ecology and Management: Lessons from the Pacific Coastal Ecoregion*. Springer-Verlag, New York.
- MORAES LIMA SILVEIRA R; LL ALMEIDA RIBEIRO DE PAIVA y

J CARVALHO CAMARGO., (2010). Top-down control in a tropical shallowlake of Northern Pantanal, Brazil. *ABLimno*, 22 (4): 455-465.

• NEIFF JJ., (1996). Large rivers of South America: toward the new approach. *Verh. Internat. Verein. Limnol.*, 26: 167-180.

• NEIFF JJ., (1990). Ideas para la interpretación ecológica del Paraná. *Interciencia*, 15(6): 424-441.

• NEIFF JJ; MH IRIONDO y R CARIGNAN., (1994). Large tropical South American wetlands: an overview. pp. 156-165. En: Link, G. L. and Naiman, R. J. (eds): *The Ecology and Management of Aquatic-terrestrial Ecotones*. Proceedings book, Univ. of Washington.

• NEWBOLD JD; RV O'NEILL; JW ELWOOD and W VAN WINKLE., (1982). Nutrient spiraling in streams: Implications for nutrient limitations and invertebrate activity. *The American Naturalist* 120:628- 652.

• NEWBOLD JD; JW ELWIID; RV O'NEILL y W VAN WINKLE., (1981). Measuring nutrients spiraling in streams. *Can. J. Fish. Aq. Sci.*, 38: 860-863.

• SHAPIRO J., (1980). The importance of trophic level interactions to the abundance and species composition of algae in lakes. In: Barica, J. and Mur, L.R. (eds) *Hypertrophic ecosystems*. 105-116. Junk.

• SINISTRO R; ML SÁNCHEZ; MC MARINONE y I IZAGUIRRE., (2007). Experimental study of the zooplankton impact on the trophic structure of the microbial assemblages in a temperate wetland (Argentina). *Limnologica* 37: 88–99.

• STANFORD JA y JV WARD., (1993). An ecosystem perspective of alluvial rivers: Connectivity and the hyporheic corridor. *J-NABS* 12(1): 48-60.

- VANNOTE RL; GW MINSHALL; KW CUMMINS; JR SEDELL y CE CUSHING., (1980). The River Continuum Concept. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.*, 37: 130-137.
- WEBSTER JR y BC PATTEN., (1979). Effects of watershed perturbations on stream potassium and calcium dynamics. *Ecol Monogr.*, 49:51-72.

Aspectos Normativos de la gestión del agua en dos procesos de integración asimétricos: MERCOSUR y Unión Europea

Alejandra Auer¹

Matías Oscar Muñoz²

¹Centro de Estudios Transdisciplinarios del Agua (Instituto UBA/INBA-CONICET). Av. Chorroarín 280, CP1427 Ciudad Autónoma de Buenos Aires, Argentina. *aleauer@yahoo.com*

²Departamento de Derecho Privado, Facultad de Derecho, Universidad de Buenos Aires. Av. Figueroa Alcorta 2263 CP: 1425. *mmunoz@fvvet.uba.ar*

Aspectos legales de la Gestión del Agua en el marco del MERCOSUR

Cuestiones preliminares

Para hablar acerca del estado actual de la protección del agua en el MERCOSUR, primero debemos tener en cuenta algunos elementos para comprender el funcionamiento de este proceso regional tan particular.

La situación en el MERCOSUR difiere considerablemente con la comparada Unión Europea, y ello tiene íntima relación con la asimetría que existe entre distintos tipos de integración a nivel regional (Murillo-Zamora, 2004).

El caso de la Unión Europea tiene que ver con un proceso de integración que se encuentra en una de las fases más avanzadas a las que puede aspirar este tipo de interrelación entre Estados, sustentado en más de 60 años de avance progresivo, mediante el cumplimiento de objetivos posibles, desde un marco funcionalista (Negro, 2010) que tuvo lugar con la CECA¹ (1951) hasta la integración plena con el tratado de Lisboa (2007).

El MERCOSUR en cambio, se encuentra en una fase inicial y considerablemente atrasada, ya que no ha podido cumplir con un cronograma de

pasos para profundizar la integración, en buena parte por el efecto de los ciclos político-económicos en la región, la dispersión de intereses particulares y las presiones internacionales; pero también, debido a aspectos que hacen a sus orígenes.

El MERCOSUR (Mercado Común del Sur) fue creado a través del Tratado de Asunción (1991), y en virtud de lo dispuesto en la cláusula ACE 18² (Acuerdo de alcance parcial, Tratado ALADI).

El Tratado constitutivo del MERCOSUR, tuvo lugar en un escenario bien distinto del actual, en el cual se produce una nueva visión del sistema multilateral de comercio a través de la visión neoliberal que marcó la época. En dicho instrumento, estaba prevista la conformación de un “Mercado Común” para el año 1994. Ante el fracaso de ese ambicioso objetivo, se celebró el Protocolo de Ouro Preto (1994), el cual tenía como objetivo implementar una Zona de Libre Comercio (requisito comprendido en un esquema de Mercado Común), además de definir las fuentes jurídicas constitutivas del MERCOSUR y decidir el carácter vinculante de las normas emitidas por sus órganos: Decisiones (Consejo del Mercado Común), Resoluciones (Grupo de Mercado Común) y Directivas (Comisión de Comercio). En el año 2002 se suscribe el Protocolo de Olivos, que modifica el modo de resolución de conflictos.

Los objetivos propuestos a lo largo de estos primeros años, no fueron alcanzados³.

1 - Comunidad Económica del Carbón y el Acero, constituida en 1951 por Alemania, Italia, Francia, Bélgica, Holanda y Luxemburgo, adopta la Tesis Funcionalista de Jean Monnet.

2 - El ACE 18 es una excepción a ALADI (Asociación Latinoamericana de Integración), creada a través del Tratado de Montevideo en 1980 por Argentina, Brasil, Uruguay, Paraguay, Chile, Colombia, Venezuela, Bolivia, Ecuador (y Cuba en 1998) y que tuvo por objetivo la conformación de un Mercado Común. Esto fue fruto de los estudios de la Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL).

3 - V.gr. en Brasil y Uruguay, las normas Mercosureñas tienen un distinto efecto directo, según el caso. Por otra parte, en sus respectivas Constituciones, no hay referencia alguna a la supranacionalidad. Ver Scotti, Luciana “El Derecho de la Integración en el MERCOSUR”, Obra citada [2], pág. 90-91.

Desde el año 2003, con la nueva conformación de los gobiernos regionales, resurge el interés por el fortalecimiento de los procesos de integración regional: se renuevan los objetivos del MERCOSUR, y se crea UNASUR (Unión de Naciones Suramericanas, integrada por Argentina, Brasil, Colombia, Guayan, Paraguay, Uruguay, Bolivia, Chile, Ecuador, Perú, Surinam y Venezuela), un proceso de carácter político, pero con amplios objetivos que exceden el marco económico, a los fines de que el MERCOSUR (Argentina, Brasil, Uruguay y Paraguay) y la Comunidad Andina de Naciones (Chile, Bolivia, Colombia, Ecuador y Perú) coincidan en un mismo proceso de integración económica.

Sin perjuicio de ello, existen importantes diferencias jurídicas entre los Estados parte (tanto de MERCOSUR, como de los restantes procesos) en cuanto a la internalización de las normas y el efecto que ellas tienen. En el mismo sentido, no contamos en ninguno de estos procesos con órganos supranacionales, sino que su composición se conforma con las autoridades de cada Estado parte.

Por ello, debemos concluir preliminarmente que el MERCOSUR, es un proceso de integración de carácter netamente inter-gubernamental y que por ello, no se ha podido profundizar como en algunos ejemplos comparados.

La protección del agua en el MERCOSUR

Actualmente, en el MERCOSUR contamos con una serie de declaraciones sobre la protección del ambiente desde el Tratado de Asunción a esta parte, pero sin tener virtualidad fáctica suficiente.

Puede afirmarse que comprenden escritos carentes de contenido práctico. Simples declaraciones, que no traen soluciones a un crédito no saldado por la comunidad americana, que en las próximas décadas va a exigir su pago.

Así, en el Preámbulo del Tratado de Asunción *“la preservación del medio*

ambiente debe ser uno de los medios para alcanzar la ampliación de sus mercados” (...), como las disposiciones obrantes en el “Programa de Acción del Mercosur hasta el año 2000”; los Principios que señala el “Acuerdo Marco” correspondiente a la decisión CMC N° 2/2001 sobre medio ambiente (Documento N° 3 de la Serie Temática Medio Ambiente. Julio 2002). Sólo se trata de meras declaraciones y de “cooperación”. Continuamos sin noticias de acciones concretas.

El 2 de agosto de 2010, en la Provincia de San Juan se firmó un nuevo acuerdo, en este caso sobre la protección del Acuífero Guaraní, y éste tan sólo nos habla de la titularidad de los miembros del MERCOSUR sobre el acuífero, para luego reiterar los conceptos de aprovechamiento “*sustentable*”, criterios de uso “*racional*”, y mínimos de responsabilidad en caso de perjuicio en los cuales se deberá “*eliminar*” ó “*disminuir*” (la bastardilla en todos los casos, es nuestra) para reducirlo. En definitiva, y tal como lo señala la exposición de motivos de dicho texto, se limita a la cooperación lisa y llana.

Aspectos legales de la Gestión del Agua en el marco de la Unión Europea

Una vez alcanzado cierto grado de madurez y solvencia, la Comunidad Económica Europea (actualmente Unión Europea) comenzó con el trabajo de unificación en la legislación ambiental (década del 70). La mayoría de los países europeos ya contaba con políticas y legislación al respecto, pero generalmente desde un punto de vista de la salud pública, del dominio (público o privado) del agua y del uso permitido que podía hacerse del recurso. Todos los países que la conformaban debían incorporarlas a su Derecho, así como todos aquellos que fueron entrando. En la última década del siglo XX fue cuando se avanzó más profundamente en los temas de contaminación, lo cual aportó a la mayoría de los países legislación sobre la calidad de las aguas, régimen de vertidos y otras medidas contra la contaminación. A su vez, amplió el campo de actuación de los países en la materia, debido a la aportación de otras políticas ambientales referentes a frenar el cambio climático, reducir los problemas de salud derivados de la contaminación

y principalmente, la relacionada a mantener la biodiversidad. Todo ello favoreció la integración de los distintos vectores ambientales, intentando minimizar las medidas aisladas o independientes.

La legislación de la UE relacionada con el medio ambiente es una de las más severas del mundo, que incluye una serie de medidas y unos objetivos jurídicos vinculantes para los países miembros, ya que se integra en sus sistemas jurídicos y se impone a sus órganos jurisdiccionales. Existe un conjunto de reglamentos (alcance general y obligatorio en todos sus elementos), directivas (obliga al estado miembro destinatario en cuanto al resultado que debe conseguirse, pero deja a las autoridades nacionales la elección de la forma y los medios), decisiones (obligatorias en todos sus elementos y para todos, salvo que designe destinatarios concretos) y recomendaciones y dictámenes (no vinculantes). Asimismo, existen acuerdos internacionales entre los distintos Estados miembros.

Directivas y programas

En octubre de 2000, el Parlamento Europeo y el Consejo de la Unión Europea, dictaron la Directiva Marco del Agua (Directiva 2000/60/C), que es una norma por la que se establece un marco de actuación comunitario en el ámbito de la política de aguas⁴.

Su objetivo se basa en la prevención y la reducción de la contaminación, la promoción del uso sostenible del agua, la protección del medio ambiente, la mejora de la situación de los ecosistemas acuáticos y la atenuación de los efectos de las inundaciones y de las sequías. Su objetivo último es alcanzar un «buen estado» ecológico y químico de todas las aguas comunitarias para 2015⁵.

Los Estados miembros debían especificar todas las cuencas hidrográficas y designar una autoridad competente para la aplicación de las normas previstas en la presente Directiva marco en el seno de cada demarcación hidrográfica.

Para el 2004, todos los Estados miembros debían elaborar un análisis de las características de cada demarcación hidrográfica, la incidencia de la actividad humana sobre las aguas, un análisis económico sobre el uso de las mismas, registrar las zonas que necesitan una protección especial y las masas de agua que se utilicen para captación de agua para consumo humano. Este análisis se deberá revisar en 2013 y luego cada 6 años.

Asimismo, se estableció que en 2009 se elaborarían los planes de Gestión en cada demarcación hidrográfica teniendo en cuenta los resultados de los análisis realizados. Estos planes se revisarán en 2015 y luego cada 6 años. Los mismos deberán aplicarse en y tienen por objeto prevenir el deterioro, proteger, mejorar y restaurar el estado de las masas de aguas superficiales y subterráneas y preservar las zonas protegidas.

Desde el 2010, los Estados miembros debían garantizar políticas de tarificación que inciten a los consumidores a utilizar los recursos de forma eficaz y que los diferentes sectores económicos contribuyan a la recuperación de los costes de los servicios relacionados con el uso del agua, incluidos los costes medioambientales y de recursos.

Establece que cada estado miembro debe tener un régimen de sanciones que sean efectivas, proporcionadas y disuasorias en caso de infracción de la Directiva marco.

En 2007, en la Comunicación de la Comisión al Parlamento Europeo y al Consejo “Hacia una gestión sostenible del Agua en la Unión Europea – primera fase de aplicación de la Directiva Marco Agua” (COM (2007)

4 - Directiva 2000/60/CE del Parlamento Europeo y del Consejo. Disponible en <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=CONSLEG:2000L0060:20080321:ES:PDF> consultada el 16 de noviembre de 2011.

5 - http://europa.eu/legislation_summaries/agriculture/environment/l28002b_es.htm consultado el 16 de noviembre de 2011.

6 - Consultado en <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=COM:2007:0128:FIN:ES:PDF> disponible el 16 de noviembre de 2011.

128 final – no publicada en el diario oficial) ya se establece el riesgo de que varios países miembros no cumplan con los objetivos de la Directiva para el 2015⁶.

Partiendo de los evaluaciones iniciales, hay países que quedan bajo evidencia del gran esfuerzo que deberán hacer para lograr el objetivo de protección de las aguas. El porcentaje real de masas de agua que cumplen todos los objetivos de la Directiva Marco es bajo e incluso en algunos Estados miembros no supera el 1%. Algunos países se han basado en las estimaciones más pesimistas para evaluar el estado de los sistemas acuáticos y de los indicadores relacionados con la biodiversidad. Las zonas o regiones con alto riesgo de no lograr los objetivos son aquellas densamente pobladas y que a menudo hacen un uso intensivo y no sostenible del agua. La gran presión de las aguas residuales urbanas y la contaminación difusa de origen agrario, la degradación física de los ecosistemas acuáticos y la sobreexplotación de los recursos hídricos son las grandes amenazas. Principalmente, las presiones más importantes las encontramos en la contaminación causada por los vertidos de aguas residuales domésticas, los nutrientes procedentes de la actividad agrícola, las emisiones industriales y los vertidos de sustancias peligrosas.

Uno de los puntos de la Directiva Marco es la internalización de los costes medioambientales y de los recursos dentro de los costes de los servicios de abastecimiento de agua, punto importante ya que es una de las principales causas por las que no se haga un uso sostenible del agua.

Otro de los puntos negativos fue que pocos Estados miembros de la EU-15⁷ han incorporado a sus legislaciones nacionales la Directiva Marco del Agua dentro del plazo establecido, a saber: antes de finales de diciembre de 2003. En aquellos que lo han hecho, la calidad de la transposición ha sido escasa y se encuentran algunas lagunas en cuanto al contenido.

Varios países aún siguen sin cumplir la totalidad de la normativa, como por ejemplo España. En junio 2011, la Comisión Europea anunció que

denunciaría a este país por no cumplir dos normas comunitarias sobre la calidad y la gestión del agua. La primera se refiere a la depuración de las aguas residuales de las aglomeraciones urbanas con más de 10.000 habitantes que se vierten en zonas sensibles y la segunda a los planes de gestión de las cuencas hidrográficas⁸.

Organismos diseñados para implementar las medidas

La Unión Europea es un caso particular, ya que los Estados miembros comparten su soberanía con el resto de países, pero siguen siendo naciones soberanas independientes.

La Unión Europea cuenta con varios organismos comunes creados para poder tomar las decisiones sobre los asuntos específicos de interés conjunto establecidos⁹. Por un lado, el Consejo Europeo es quien determina la dirección y las prioridades políticas generales de la Unión Europea. Por otro lado, existen tres instituciones principales que son las que intervienen en el proceso de toma de decisiones: El Parlamento Europeo (representa a los Ciudadanos europeos), el Consejo de la Unión Europea (representa a los Estados miembros) y la Comisión Europea (defiende los intereses de la Unión en su conjunto). Son estos tres organismos los que elaboran las políticas y la legislación que se aplicará en toda la Unión Europea.

Hay otras dos instituciones más que desempeñan un papel fundamental y son el Tribunal de Justicia, que vela por el cumplimiento de la legislación

7 - Los países que componen la EU-15 son: Alemania, Austria, Bélgica, Dinamarca, España, Finlandia, Francia, Grecia, Irlanda, Italia, Luxemburgo, Países Bajos, Portugal, Reino Unido y Suecia.

8 - Diario El Mundo.es, sección Ciencia. Artículo Medio Ambiente “La Comisión denunciará a España por incumplir las normas de calidad del agua”. Jueves 16 de junio de 2011. Disponible en <http://www.elmundo.es/elmundo/2011/06/16/ciencia/1308238785.html> consultado el 16 de noviembre de 2011.

9 - Consultado en http://europa.eu/about-eu/institutions-bodies/index_es.htm disponible el 16 de noviembre de 2011.

europea y el Tribunal de Cuentas, que controla la financiación de las actividades de la Unión.

A su vez, existen otros organismos que desempeñan funciones específicas, como son el Comité Económico y Social Europeo, el Banco Europeo de Inversiones, entre otros.

Por último, están las Agencias especializadas para hacer frente a determinadas tareas técnicas, científicas o de gestión. Una de ellas es la Agencia Europea de Medio Ambiente, cuya labor es ofrecer información sólida e independiente sobre el medio ambiente. Es la fuente principal de información para los responsables del desarrollo, la aprobación, la ejecución y la evaluación de las políticas medioambientales y para el público en general. La Red de responsables de las agencias europeas de protección del Medio ambiente se ha establecido para coordinar cuestiones de interés común, además constituye un foro de intercambio de información y debate sobre materias comunes, cuestiones administrativas y de gestión.

Luego cada país tiene su estructura propia, con los ministerios de medio ambiente, Secretarías y Divisiones y subdivisiones según el caso. Cada país, en función del tipo de gobernación que tenga, tendrá competencias a distintos niveles, algunas estatales y otras más locales. Este es un punto importante, porque en tal caso deben estar coordinadas para no solaparse o para que no haya vacíos de responsabilidad.

Como consecuencia de los cambios en la legislación, puede ocurrir que se deban realizar modificaciones en las estructuras administrativas de los países o localmente. A su vez, modificaciones en la forma organizativa de los gobiernos o las autonomías que puedan tener las comunidades o municipios, puede desembocar en modificaciones en la legislación para que se adapte a las nuevas formas de estructura administrativa.

Propuestas viables para la protección y utilización sustentable del Recurso en el MERCOSUR

Sin perjuicio de las interesantes soluciones practicadas en la Unión Europea, con énfasis a partir de la Directiva 2000/60/CE, consideramos que su aplicación práctica en Sudamérica -dadas las diferentes fases que transitan los Procesos de integración en ambos continentes- se tornan cuanto menos, de difícil aplicabilidad.

El temor a la pérdida de soberanía por parte de los Estados latinoamericanos -cuestión que se ve plasmada no solo en este campo, sino en otras materias del proceso de integración en esta parte del continente- es un gran obstáculo que no se ha podido sortear.

Sin embargo, si bien será el elemento político el que pueda proporcionar la llave para adoptar medidas que hagan a una verdadera regulación integrada, la voz cantante a la hora de pensar una integración para la protección del ambiente en general, y del agua como recurso indispensable, y por ende necesariamente sostenible, sólo puede caer en cabeza de manos expertas, comprometidas con la temática ambiental, a través de un esfuerzo interdisciplinario. Así como en la cooperación internacional científica y académica todos los estudios se encuentran en esta tendencia, el proceso de integración debería brindar una oportunidad a los más destacados expertos a fin de que las decisiones que se tomen respecto a los recursos sean fundadas.

En tal sentido, la propuesta tiende a la elaboración de varios puntos, en forma pautada, y dando lugar a un esquema flexible, que soporte los vaivenes y cambios políticos, es decir, que tome un carril preferencial en el tránsito de la integración, coherente con una visión estratégica integral en la región y así:

- Formar una comisión de evaluación de riesgos actuales y potenciales, sobre los recursos de agua disponibles en Sudamérica.

- Crear en el mismo sentido, un plazo de aceptación de propuestas, para la conformación de un órgano con capacidad consultiva vinculante en toda materia que involucre actual o potencialmente al recurso agua, y con capacidad decisoria respecto de medidas de mitigación y acciones efectivas para el saneamiento de cuencas, ríos y otros recursos de hídricos.
- El órgano a que se refiere el punto anterior, deberá ser compuesto por un número considerable de integrantes que deberá adecuarse a pautas establecidas en la normativa base, o flexibilizarse en cuanto sea necesario.
- Los integrantes del órgano, deberán ser expertos reconocidos por los organismos/ Institutos de investigación, y/o Universidades de Estados miembro, o que hayan efectuado estudios o contribuciones reconocidas de impacto sobre recursos hídricos en la región.
- Las temáticas a abordar, a fin de seleccionar a los integrantes del órgano, serán establecidas por la Comisión ad-hoc (a que se refiere el primer punto) y deberán establecerse sobre criterios que permitan, interdisciplinariamente, cubrir los mínimos necesarios para la adopción de medidas científicamente consensuadas.
- La selección de los integrantes, definidas previamente las temáticas a abordar, se llevarán a cabo por concurso de cargos, bajo la selección de un jurado de personalidades notables de cada temática, elegidos al sólo efecto del concurso. Todos los actos serán públicos y pasibles de impugnación. A estos efectos, no se tendrá en cuenta la nacionalidad como factor de elección, así como tampoco el número de nacionales en la composición del órgano.
- La duración en el cargo será establecida por la Comisión ad-hoc, en base a las pautas que resulten de los distintos informes y evaluaciones resultantes del primer punto de este plan, tomando en cuenta un

plazo razonable para el cumplimiento de sus funciones y asimismo, se preverá un régimen de responsabilidad por incumplimiento.

Al adoptar un proceso flexible y progresivo, así podría pensarse un plan con objetivos generales del mismo y objetivos específicos dentro de la estrategia regional, no por plazo establecido, sino con etapas de cumplimiento y límites razonables.

Conclusiones

En el presente trabajo se intentó demostrar por un lado las falencias del proceso de integración Latinoamericana a la hora de preservar y hacer efectivo el concepto de “desarrollo sostenible” en cuanto a uno de sus principales recursos por un lado, y por el otro resaltar el esfuerzo que actualmente se realiza desde las áreas científicas de la comunidad y en cuánto sus estudios, trabajos y contribuciones pueden tener efectos en la práctica, tal como alguna vez se dio oportunidad a la CEPAL en el aspecto económico.

En tal sentido, parece una alternativa aún no utilizada suficientemente, la posibilidad de recurrir a estos importantes recursos humanos con los que cuenta la región, y que tan respetados son incluso en procesos de integración comparados en este punto, como la Unión Europea. Así, los especialistas pueden brindar una visión técnica que complemente a la política, para que estas decisiones tan delicadas que hacen a la vida de la comunidad y que afectan sensiblemente al planeta puedan ser llevadas a cabo diligentemente y con base suficiente.

No obstante, nos encontramos en un punto en el cual sólo se habla de “principios”, “directrices” y otras declaraciones que no hacen a una solución y el debate se vuelve filosófico, en tanto no prestamos atención a consecuencias actuales producto de actividades pasadas, como ocurre con el cambio climático. En esta línea de pensamiento, el cambio también debe encontrarse sustentado en la Educación, en el más amplio de los sentidos,

en una cultura del ambiente. Pero esto implica un debate de fondo, mucho más profundo ya que aquí también encontramos importantes asimetrías entre los Estados participantes de la integración.

Es fundamental la existencia de una normativa marco dentro de la cual converjan las legislaciones de los distintos países. Cuanto más amplio sea el marco común, mayores beneficios se podrán obtener, pero a su vez, más difícil será de cumplir y controlar.

Dentro de los beneficios encontramos el establecimiento de una base de requisitos mínimos comunes, la persecución de un mismo objetivo, desfavorecer la “fuga” de industrias hacia zonas donde la legislación es más permisiva, compartir información y buenas prácticas, revisión periódica del estado de las aguas, entre otras.

Si bien se encuentran muchos beneficios en el establecimiento de este tipo de normativas marco, también hay que enfrentar algunas dificultades, como por ejemplo, conflictos de intereses, diferencias en los niveles de desarrollo de las distintas zonas, y por tanto, la prioridad a temas ambientales por sobre otros temas más “urgentes” o conflictos de autoridades (a nivel estatal y local) sobre temas ambientales.

Por tanto, encontramos fundamental la coordinación entre los distintos Estados miembros y la cooperación a todos los niveles. Es importante que la interpretación que se haga de la norma marco sea la misma para todos los estados miembros, aún cuando cada país la pueda “transcribir” de distinta manera.

Otro aspecto básico es que los indicadores que se van a medir para el cumplimiento de la norma sean los mismos o equivalentes, ya que en caso contrario puede beneficiar a un país y perjudicar a otro.

Si bien las medidas que adopte cada país serán distintas según los diferentes problemas que aquejan a cada uno de ellos, todos deben perseguir con

la misma rigurosidad el fin común que establece la norma, tanto en el dictado de las leyes, como en el resguardo del cumplimiento de las mismas. En este aspecto, se debe poner especial atención a la eficiencia y amplitud de los medios que cada país adopte para cumplir la norma.

A su vez, es clave que en el momento de bajar las normativas al nivel local o regional, se realice teniendo en cuenta el conjunto de la sociedad, valorando no sólo el aspecto ambiental, sino también contemplando el plano social, económico y cultural de cada lugar, ya que de otra forma podría generar efectos adversos a los buscados.

Por último, es importante que se contemplen las normas desde el punto de vista industrial, agrícola o de servicios, pero también desde el seno de la sociedad, contemplando la educación y las costumbres de los individuos. Es clave que desde el estado se fomenten iniciativas para el uso sostenible del recurso, incentivando a la generación de procesos innovadores que tengan menor impacto para el medio ambiente o aquellos que con los mismos procesos actuales utilicen menor cantidad de agua o contaminen en menor medida el medio.

Referencias

- DIARIO EL MUNDO (2011). Sección Ciencia. Artículo Medio Ambiente. Jueves 16 de junio de 2011. Disponible en <http://www.elmundo.es>, consultado el 16 de noviembre de 2011.
- ESPÓSITO, C. (2000) El Mercosur entre regionalismo y multilateralismo. Revista electrónica de estudios internacionales, Nº 1. Disponible en <http://www.reei.org>
- http://europa.eu/about-eu/institutions-bodies/index_es.htm disponible el 16 de noviembre de 2011.

- http://europa.eu/legislation_summaries/agriculture/environment/128002b_es.htm disponible el 16 de noviembre de 2011.
- <http://www.eea.europa.eu/es> disponible el 16 de noviembre de 2011.
- LEITA, F. y NEGRO, S. (2008) La Unión Europea y el MERCOSUR: a 50 años de la firma de los Tratados de Roma. Ediciones La Ley.
- MESQUITA MOREIRA, M. (2003). El Mercosur que tiene sentido. Revista BID INTAL, disponible en <http://www.iadb.org/intal>.
- MURILLO-ZAMORA, C. (2004). Aproximación a los regímenes de Integración Regional. Revista electrónica de estudios internacionales. Disponible en <http://www.reei.org>.
- NEGRO, S. (2010). Derecho de la Integración. Editorial BdeF.
- PÉREZ DE NANCLARES, J. (2007). Estudio Preliminar, Real Instituto Elcano. Disponible en <http://www.realinstitutoelcano.org>.

Agua, medioambiente y desarrollo. Consideraciones sobre los servicios domiciliarios de agua potable y saneamiento

Federica Brenner¹, Alejandra Auer¹ y Emilio J. Lentini¹.

¹Centro de Estudios Transdisciplinarios del Agua (Instituto UBA/INBA-CONICET), Av. Chorroarín 280, CP 1427, Ciudad de Buenos Aires, Argentina.
E-mail: federica.brenner@gmail.com, aleauer@yahoo.com
ejlentini@yahoo.com.ar

Introducción

“Unas 2600 millones de personas - la mitad del mundo en desarrollo - carecen hasta de una letrina sencilla «mejorada», y 1100 millones de personas carecen de acceso a cualquier tipo de fuente mejorada de agua de bebida. Como consecuencia directa de ello 1,6 millones de personas mueren cada año de enfermedades diarreicas (incluido el cólera) atribuibles a la falta de acceso a un agua potable salubre y al saneamiento básico, y un 90% de esas personas son menores de 5 años, principalmente de países en desarrollo” (OMS, 2011).

Las consecuencias de la falta de acceso a agua potable e instalaciones de saneamiento mejorado en la salud de las personas ha sido ampliamente estudiada en la literatura especializada, e incluso las principales conclusiones de estos trabajos son difundidos en periódicos y revistas de divulgación masiva. La dimensión mundial de este problema llevó a instaurar el agua como uno de los temas de la agenda internacional que culminó con la declaración por parte de la ONU del derecho humano al agua y saneamiento.

Por lo expuesto, pareciera existir conciencia y conocimiento por parte de la sociedad en su conjunto sobre las fatales consecuencias que puede tener la ingesta o contacto con agua contaminada. Sin embargo, han quedado relegados múltiples efectos en el medio ambiente y en el desarrollo económico

del país que pueden traer los servicios domiciliarios de agua y saneamiento. El objetivo de este artículo es revisar estos otros efectos y ejemplificarlos teniendo en cuenta la realidad de los países de América Latina.

En primer lugar se hará una breve revisión de los principales hitos de la comunidad internacional respecto de la problemática del agua con el fin de reflejar la importancia otorgada en la agenda mundial. Luego, se presenta una descripción de los impactos ambientales, sociales y económicos como consecuencia de la falta o el inadecuado acceso a los servicios de agua potable, saneamiento por red y tratamiento de aguas residuales. En el último apartado se ilustrará estadísticamente la vinculación existente entre los servicios de agua y saneamiento con la distribución del ingreso, el desarrollo económico y el desarrollo humano.

La problemática del agua y saneamiento en la comunidad internacional

Los problemas ambientales no tienen fronteras, por lo que su tratamiento y resolución deben estar enmarcados en la cooperación entre los países. Como respuesta a esta necesidad cada vez más imperiosa de resolución conjunta es que existen Declaraciones, Acuerdos, Convenios, Foros y Conferencias Internacionales, legislación e información común en la materia. A continuación, se mencionan algunos hitos históricos:

- Declaración de Estocolmo sobre el Medio Ambiente Humano (Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Medio Ambiente Humano, 1972): en dicha conferencia queda reflejado que la protección y el mejoramiento del medio ambiente humano es fundamental para el bienestar de los pueblos y el desarrollo económico del mundo entero. Esta Declaración insta a los Gobiernos y a los pueblos a unir esfuerzos para preservar y mejorar el medio ambiente en beneficio del hombre y de su posteridad; llama a la cooperación internacional en este campo y a ayudar a los países en desarrollo a cumplir con su cometido. Expresa el derecho fundamental que tiene el hombre de disfrutar de un medio ambiente de calidad, pero

también remarca la solemne obligación de protegerlo y mejorarlo para las generaciones presentes y futuras, mediante una planificación y ordenación según el caso de los recursos naturales de la tierra, incluido el agua, entre otros. A su vez, establece que los Estados deberían adoptar un enfoque integrado y coordinado de planificación de su desarrollo, de modo de asegurar la compatibilidad del mismo con la protección del medio ambiente.

- **Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Agua** (Mar del Plata, 1977): marcó un hito en el plano internacional, ya que adoptó un enfoque totalizador que reconocía que el agua no es sólo un bien para ser usado por sectores específicos, sino un elemento natural indispensable que debe ser considerado de manera integral y cuidadosamente administrado (Del Castillo, 2009). En la misma se destaca que tanto la conservación y la utilización del agua así como la resolución de su problemática no pueden hacerse desde un enfoque separado o desde distintos sectores o regiones, sino que debe tratarse el agua como patrimonio de la humanidad para promover el bien común. Si bien el Plan de Acción de Mar del Plata, donde se reunieron todas las recomendaciones y resoluciones aprobadas en la Conferencia de Mar del Plata, fue ambicioso y detallado, no incluyó un mecanismo de seguimiento posterior para su puesta en práctica, aún cuando estaba incluido en las recomendaciones.

- **Decenio Internacional del Agua Potable y del Saneamiento Ambiental** (1981-1990): a pesar del fracaso para lograr muchos de los objetivos establecidos, se aprendió mucho de la experiencia de la década del agua y el saneamiento. Hubo una mayor conciencia de la importancia de dar enfoques globales y equilibrados a los problemas ligados al agua y al saneamiento específicos de cada país (Choguill *et al*, 1993).

- **Declaración de Dublín sobre el agua y el desarrollo sostenible** (Dublin, 1992): en dicha declaración se alerta sobre la creciente amenaza para el ambiente y el desarrollo sostenible que plantea la escasez y el uso abusivo del agua dulce. Remarca que tanto la salud y el bienestar humano, el desarrollo industrial y los ecosistemas de los cuales dependen, se encuentran

en peligro a no ser que se produzca un cambio en la gestión de los recursos hídricos y el manejo de los suelos. Llama a un compromiso político y a la participación de todos, teniendo en cuenta que se requeriría del apoyo de inversiones considerables, campañas de sensibilización, modificaciones en los campos legislativos e institucionales, entre otros. Además, la Declaración de Dublín insta a invertir las entonces existentes fuertes tendencias de consumo excesivo, la contaminación y las amenazas crecientes derivadas de la sequía y las crecidas. Dado que el agua es indispensable para la vida, resalta nuevamente la idea de un enfoque integrado que concilie el desarrollo económico y social y la protección de los ecosistemas naturales para una gestión eficaz de los recursos hídricos. Aquí también se remarca el derecho de todo ser humano al acceso a un agua pura y al saneamiento por un precio asequible. Reflexiona sobre cómo la ignorancia del pasado sobre el valor económico del agua ha llevado a un derroche y al uso del recurso con sus consecuentes efectos perjudiciales para el medio ambiente. La gestión del agua, en su condición de bien económico, es un medio importante para conseguir un aprovechamiento eficaz y equitativo, así como para favorecer la conservación y la protección de los recursos hídricos.

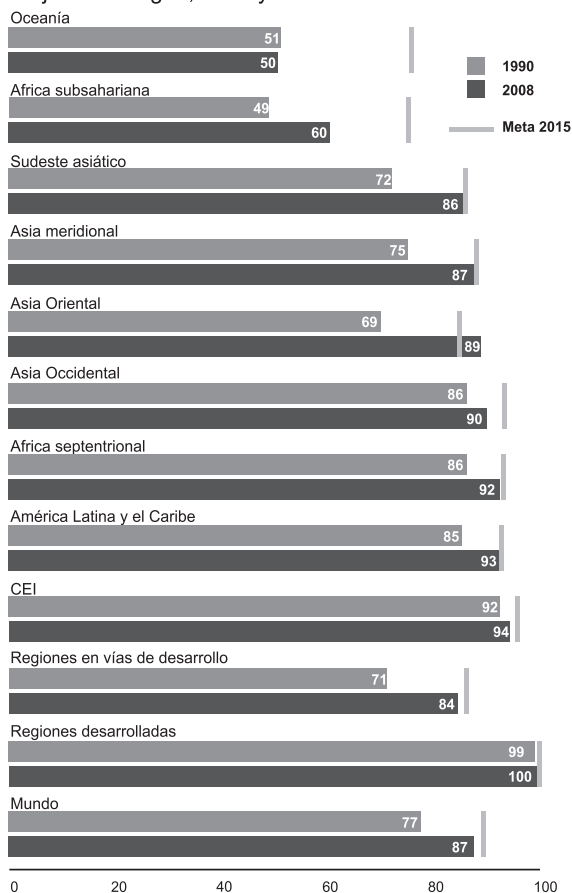
Los participantes de dicha Conferencia elaboraron una serie de recomendaciones para ayudar a los países a afrontar sus problemas en materia de recursos hídricos. Entre ellas se encuentran la aplicación del principio de “quien contamina paga” y la fijación de precios que reflejen el valor real del agua, lo que fomentará la conservación y el reaprovechamiento del recurso. Dado que el 80% del agua consumida en el mundo se debe a la agricultura de regadío y que se pierde hasta el 60% del agua desde su lugar de procedencia hasta su destino, mejorando las prácticas de riego se podría conseguir un ahorro sustancial del agua. El aprovechamiento excesivo del agua y la descarga sin control de los desechos urbanos e industriales han sido las principales causas de la grave situación de las grandes ciudades y ha generado que los costos marginales sean cada vez mayores debido a la necesidad de explotar fuentes cada vez más lejanas. Por tanto, para garantizar los abastecimientos futuros del agua, los mismos han de basarse en una tarificación adecuada y en controles apropiados de las descargas.

- **Primer Foro Mundial del Agua** (Marruecos, 1997): se propuso elaborar una visión compartida del agua en el mundo a largo plazo: La Visión Mundial del Agua o Visión a largo plazo del agua, la vida y el medio ambiente en el siglo 21. En la misma se buscará “reconocer las necesidades básicas del ser humano de tener acceso a agua limpia y a saneamiento, establecer un mecanismo eficaz para la gestión de aguas compartidas, apoyar y conservar los ecosistemas, estimular la utilización eficiente del agua” (Declaración de Marrakech). El Foro es el mayor evento internacional sobre el agua dulce y procura permitir la participación y el diálogo entre múltiples sectores para permitir influir en la toma de decisiones políticas sobre el agua a nivel mundial en busca del desarrollo sostenible.

- **Segundo Foro Mundial del Agua** (La Haya, 2000): se define como visión la de un mundo en el que todas las personas tengan acceso a recursos suficientes y seguros de agua para satisfacer sus necesidades, incluyendo la alimentación, en formas que sustenten la integridad de los ecosistemas de agua dulce. Como mensajes claves se destacan: 1) Involucrar a todas las partes interesadas en una gestión integrada; 2) Llegar a ponerle precio a los servicios hídricos por su costo total; 3) Incrementar el financiamiento público para investigación e innovación; 4) Incrementar la cooperación en cuencas fluviales internacionales; 5) Incrementar en forma cuantiosa las inversiones en agua (Cosgrove y Rijsberman, 2000).

- **Declaración del Milenio** (2000): fue aprobada en la Asamblea de las Naciones Unidas, en la Cumbre del Milenio en Nueva York donde todas las naciones del mundo y todas las instituciones de desarrollo más importantes a nivel mundial acordaron ocho objetivos del milenio (ODM) y se establecieron metas e indicadores a alcanzar al 2015. El objetivo N° 7 es “Garantizar el sustento del Medio Ambiente” y está constituido por cuatro subobjetivos: 1) incorporar los principios del desarrollo sostenible en las políticas y los programas nacionales y reducir la pérdida de recursos del medio ambiente; 2) reducir y ralentizar considerablemente la pérdida de diversidad biológica en 2010; 3) **reducir a la mitad, para el 2015, la proporción de personas sin acceso sostenible al agua potable y a servicios**

Porcentaje de población que usa una fuente mejorada de agua, 1990 y 2008



básicos de saneamiento y 4) haber mejorado considerablemente la vida de al menos 100 millones de habitantes de barrios marginales en 2020.

Si bien se está en camino de cumplir con la meta para el 2015 sobre el acceso al agua potable, según el Informe 2010 de cumplimiento de los ODM (Naciones Unidas, 2010) hay algunas regiones en las que aún queda

mucho por hacer como se puede observar en la figura. Los mayores avances se registraron en Asia Oriental donde la mejora ha sido de un 30% entre 1990 y 2008 (más del objetivo propuesto). La cobertura también ha dado un gran salto en África Subsahariana (+22%) aunque aún está lejos de la meta, ya que solo cubre el 60% de la población. Donde no ha habido avances es en Oceanía (agrupa Papua Nueva Guinea, Fiji y otras pequeñas islas de la zona)¹ y aún sigue estando lejos de la meta (50% de cobertura). América Latina y el Caribe han mejorado un 8%, alcanzando el objetivo propuesto. En todas las regiones, los mayores avances se han dado en las zonas rurales. En los países en vías de desarrollo, el acceso a agua potable ha aumentado un 16%, reduciendo así la brecha entre las zonas rurales y las urbanas. Aún así, a nivel mundial, 8 de cada 10 personas que no tiene acceso a una fuente mejorada de agua potable vive en una zona rural.

A pesar de estos avances, la meta del 2015 parece quedar fuera del alcance debido a que la mitad de la población de las regiones en vías de desarrollo aún carece de servicios sanitarios. Si la tendencia continúa, la cantidad de personas sin acceso a instalaciones sanitarias mejoradas aumentaría a 2,7 millones, cuando en 2008 había 2,6 millones. En 2010 el 48% de la población de los países en vías de desarrollo carecía de instalaciones sanitarias básicas. Los mayores desafíos están en Asia Meridional y África subsahariana, donde el 69% y 64% respectivamente sufren dicho problema. La brecha entre zonas rurales y urbanas sigue siendo abismal, y también aquí los mayores avances se han dado en las zonas rurales.

- **Conferencia Internacional sobre Agua Dulce Dublin + 10** (Bonn, 2001): se estableció combatir la pobreza como el reto principal en los esfuerzos por lograr un desarrollo equitativo y sostenible y el agua des-

1 - La clasificación regional realizada para el informe se divide en regiones “desarrolladas”, economías de transición de la Comunidad de Estados Independientes de Asia y Europa y regiones “en desarrollo”. Estas últimas se dividen en subregiones (África septentrional, África subsahariana, Asia sudoriental, Oceanía, Asia oriental, Asia meridional, Asia occidental, América Latina y el Caribe).

empeña una función vital en relación con la salud humana, los medios de sustento, el crecimiento económico y el mantenimiento de los ecosistemas (Declaración Ministerial). La Conferencia recomienda la adopción de medidas prioritarias bajo los ejes: Buen gobierno, movilización de recursos financieros y fomento de capacidad e intercambio de conocimientos (Bonn Recomendaciones de Acción) (UNESCO, 2011).

- **Cumbre Mundial sobre Desarrollo Sostenible en Johannesburgo** (2002): donde lo que se esperaba era definir una agenda de acciones y resultados, más que debates conceptuales o políticos, ya que desde la Cumbre de 1992 el avance en los logros del desarrollo sostenible había sido decepcionante. La pobreza ha ido cada vez más en aumento y la degradación del medio ambiente también. En lo que respecta al objetivo de acceso al agua potable y a servicios básicos de saneamiento, las medidas que harían falta adoptar se centrarían en diseñar y establecer sistemas eficaces de saneamiento en los hogares, mejorarlos en las instituciones públicas (principalmente escuelas) y promover buenas prácticas de higiene y la educación centrada en los niños como principales agentes del cambio de comportamiento, entre otros.

- **Tercer Foro Mundial del Agua** (Kioto, 2003): se invita a los gobiernos y las organizaciones internacionales competentes a considerar la evaluación de los riesgos de desastre como elemento integral de los planes de desarrollo y los programas de erradicación de la pobreza. Así mismo, destaca la importancia de la cooperación y coordinación constantes entre los gobiernos, el sistema de Naciones Unidas, otras organizaciones internacionales, regionales y no gubernamentales y otros asociados. Este mismo año se lanza el primer **Informe sobre el desarrollo de los recursos hídricos en el mundo** (“Agua para todos, agua para la vida”), que se publicará cada tres años conjuntamente con el Foro Mundial del Agua. Se trata de un estudio exhaustivo que ofrece un panorama global sobre el estado de los recursos de agua dulce del planeta y tiene como objetivo proporcionar herramientas a los responsables de la toma de decisiones para la implementación del uso sostenible de los recursos hídricos (UNESCO, 2011).

- **Cuarto Foro Mundial del Agua** (México, 2006): el tema principal “Acciones locales para un reto global” fue abordado a través de cinco ejes temáticos: 1) agua para el crecimiento y el desarrollo; 2) implementación de la gestión integrada de los recursos hídricos; 3) suministro de agua y servicios sanitarios para todos; 4) gestión del agua para la alimentación y el medio ambiente y 5) manejo del riesgo. El segundo Informe sobre el desarrollo de los recursos hídricos en el mundo: “El agua, una responsabilidad compartida” se basa en las conclusiones del primer informe y presenta un panorama detallado de los recursos hídricos de todas las regiones así como describe los avances realizados para alcanzar las metas de los Objetivos de Desarrollo del Milenio relacionados con el agua.

- **Quinto Foro Mundial del Agua** (Estambul, 2009): se reafirmaron los compromisos previos y la voluntad de los participantes de liderar estrategias integradas para la gestión del agua con el fin de “reducir las brechas sobre el agua”, fortalecer las capacidades de sus ciudades y regiones para responder a las presiones externas y contribuir al desarrollo sostenible. Como consecuencia de este Foro, los países reunidos han adherido al **Pacto de Estambul sobre el Agua** con el fin de desarrollar estrategias para la gestión del agua que permitan responder a los cambios globales. Durante este 5º Foro Mundial del Agua se ha presentado la tercera edición del Informe de la ONU sobre el desarrollo de los recursos hídricos en el mundo: “El agua en un mundo en constante cambio”, el cual se presenta con un enfoque integral, a diferencia de las ediciones anteriores.

- **Derecho al agua potable y el saneamiento como un derecho humano** (2010): declarado por la Asamblea General de las Naciones Unidas declara entre otros, el esencial para el pleno disfrute de la vida y de todos los derechos humanos. Hace tiempo que están reconocidos el “derecho humano a la vida”, el “derecho a un nivel de vida adecuado”, pero hasta entonces el “derecho humano al agua” no estaba reconocido como tal. El agua potable y el saneamiento son derechos independientes a los restantes derechos y deben tratarse como tal, por tanto, los Estados no solo deben cumplir sus obligaciones de derechos humanos relativas a estos dos ser-

vicios, sino que deben promover y proteger el Derecho Humano al agua potable y al saneamiento.

Impacto de los servicios de agua y cloaca en el medio ambiente y en los habitantes

De acuerdo al Programa conjunto OMS/UNICEF de seguimiento del abastecimiento de agua y del saneamiento (JMP por su sigla en inglés) el 13% de la población mundial no tiene acceso a una fuente de abastecimiento mejorada de agua y el 39% a saneamiento mejorado. Las consecuencias de la falta de acceso a los servicios son múltiples, afectando de forma directa la calidad de vida de las familias, como así también indirectamente la sociedad en su conjunto debido al impacto en el medio ambiente.

Los problemas de salud que trae aparejado la falta de acceso a los servicios suele ser el impacto más mencionado y analizado en la literatura sobre el tema. El contagio de enfermedades a través del agua pueden ser mediante el consumo voluntario o accidental de agua contaminada (cólera), la ingesta de alimentos contaminados producto de haber sido regados con agua servidas o malas prácticas de higiene (diarreas, ascariasis), por contacto con el agua (sarna, tracoma, fiebre tifoidea) o transmitidas por vectores proliferados en el agua (dengue). Asimismo, también deben considerarse los trastornos ocasionados por la presencia de determinadas sustancias como son los nitratos, el cadmio, el mercurio, el arsénico y el plomo. Estas enfermedades aumentan principalmente las tasas de morbilidad y mortalidad infantil, como así también los problemas de desnutrición alterando el desarrollo normal de los niños.

En América Latina las enfermedades de transmisión hídrica constituyen el factor de riesgo más importante de todos los relacionados con el medio ambiente² (Jouravlev, 2004). De acuerdo a estimaciones realizadas a nivel

2 - Contaminación del aire, enfermedades causadas por vectores y contaminación de origen agrícola e industrial.

mundial el mejoramiento en el suministro de agua puede reducir la morbilidad por diarrea en un 21%, el saneamiento mejorado en un 37,5%, el lavado de las manos hasta un 35% y mejoras adicionales en la calidad del agua potable, como la desinfección en el punto de consumo, pueden reducir los episodios diarreicos hasta un 45%. (IV Foro Mundial del Agua, 2006).

Todos estos problemas de salud implican diversos costos públicos y privados por el tratamiento de las enfermedades: parte del gasto público en salud es destinado a atender estos casos (consultas médicas y hospitalización), las familias deben incurrir en gastos extraordinarios (medicamentos) y la persona enferma se ve imposibilitada de desarrollar sus actividades laborales cotidianas, lo que en el caso de adultos implica quizás una pérdida de ingresos y en el caso de niños inasistencia escolar.

El menor potencial en la generación de ingresos de las familias producto de la falta de acceso a los servicios, también se explica debido al tiempo gastado en cuidar a los niños enfermos y principalmente a las horas destinadas a acarrear agua desde alguna fuente. Estas tareas tienen un costo de oportunidad respecto a la posibilidad de dedicar ese tiempo a la realización de actividades productivas generando más ingresos para la familia: su “trabajo” es recolectar agua. A manera de ejemplo, se estima que en Guatemala el tiempo promedio empleado en estas actividades es entre 5 y 6 horas por día (RASGUA, 2007).

A su vez, en zonas urbanas al no contar con cobertura de los servicios de agua y saneamiento la población incurre en mayores gastos al proveerse de forma alternativa como ser mediante la instalación de pozos subterráneos, camiones cisternas o incluso de agua embotellada para la ingesta, y deben recurrir a una solución de pozo séptico para la evacuación de las aguas servidas, la instalación de cámaras o pozos sépticos y la contratación de camiones atmosféricos.

Asimismo, es importante señalar que incluso habitantes conectados al servicio de agua por red pueden tener una prestación deficiente en términos de

calidad (potabilidad, continuidad y/o presión), y así incurrir en costos adicionales vinculados al tratamiento de agua (como hervir el agua, filtros o cloro) y/o a la compra de agua embotellada. A manera de ejemplo, se estima que en Lima el 29% de las familias compran 2,7 bidones de agua por mes equivalente a 54 litros lo que implica que los usuarios conectados al servicio pagan un sobrecosto de 80 millones de dólares al año (Bonifaz y Aragón, 2008).

Paralelamente, hay que remarcar que a mayores costos asociados a la provisión (mayor tiempo de acarreo en zonas rurales o mayores precios de los servicios alternativos en zonas urbanas), esto por lo general conlleva a menores consumo de agua e incluso por debajo de la dotación mínima recomendada por la Organización Mundial de la Salud de 55 litros por habitante por día.

Por último, cabe mencionar que existen impactos difíciles de identificar, y especialmente cuantificar, vinculados al impacto que tiene en la educación, igualdad de género y calidad de vida. En lo que respecta a la educación, se evidencian mayores tasas de inasistencia escolar porque los niños están enfermos, deben colaborar en actividades de acarreo de agua y por la falta de condiciones sanitarias adecuadas de las escuelas que puede llevar incluso a la deserción, especialmente de niñas después de la pubertad (Adams *et al.*, 2009). En cuanto a los aspectos de género, la mujer se encuentra más relegada del mercado laboral debido al tiempo que insume el abastecimiento de agua y/o el cuidado de los niños enfermos; paralelamente, el contar con baños brindaría mayor privacidad y seguridad, disminuyendo así las probabilidades de violencia y acoso sexual (Bosch *et al.*, 1999). Mientras que todos los impactos identificados repercuten en la calidad de vida de cada individuo de forma objetiva, existen también otros factores subjetivos (psicológicos y sociales) tales como la vergüenza y posible discriminación por la limitación en el aseo personal, y la incomodidad causada por la falta de limpieza del área con su consecuencia sobre la estética del lugar, los olores y los insectos.

A su vez, la falta o incorrecta depuración de las aguas residuales tiene un impacto directo sobre el medio ambiente, especialmente sobre la biodi-

versidad de los ecosistemas acuáticos, con las pérdidas vitales, sociales y económicas que esto implica. Se estima que entre el 80% y el 90% de las aguas residuales de los países en desarrollo se vierten directamente en ríos, lagos y océanos sin tratamiento alguno.

Ambientalmente, sus consecuencias se pueden apreciar en la contaminación existente en los ríos, acuíferos y cuencas de aguas subterráneas, y en el crecimiento de aguas muertas (bajas en oxígeno) en costas y océanos. La eutrofización de embalses o lagos es uno de los principales problemas, así como la acumulación de agroquímicos y metales pesados en peces, de lo cual deriva la migración de los mismos a zonas menos contaminadas o la muerte y modificación de la cadena trófica.

Teniendo en cuenta que sólo el 1% del agua dulce en la tierra está disponible para uso humano y que la misma es la base para que los ecosistemas acuáticos funcionen correctamente (brindándonos alimentos, medicinas, protección del litoral, procesamiento de los residuos, secuestro de carbono), la mala gestión del agua y de las aguas residuales pone en peligro a la integridad de los ecosistemas costeros y sus servicios. Como ya se mencionó, casi el 80% del agua dulce es utilizada para la producción de alimentos y la mayor parte de la misma vuelve al medio pero con nutrientes adicionales y contaminantes.

Las aguas residuales pueden estar contaminadas por distintos componentes, según su origen y utilización. Entre ellos, los agentes patógenos, compuestos orgánicos, productos químicos de síntesis, diferentes tipos de nutrientes, materia orgánica y metales pesados. Los mismos pueden estar disueltos o en formas de partículas, pueden tener características acumulativas, persistentes y sinérgicas que afectan al equilibrio del ecosistema y sus funciones, entre las cuales está su capacidad de recuperación natural.

El crecimiento demográfico, la urbanización e industrialización, así como el crecimiento y la intensificación agrícola están haciendo que el problema sea cada vez mayor, tanto en ciudades como en áreas rurales. Las ciudades, cada vez más pobladas, no cuentan con una infraestructura y los recursos

adecuados para poder hacer frente al manejo de las aguas residuales (en aumento y cada vez más contaminadas) de forma sostenible y eficiente. El 63% de las ciudades más grandes están en zonas costeras, donde los frágiles ecosistemas están en riesgo. Sin una acción urgente para mejorar la gestión de las aguas residuales, la situación empeoraría aún más, pudiendo llegar a ser crítica si tenemos en cuenta el crecimiento esperado de la población para estas zonas y que si sigue la tendencia actual, la generación de aguas residuales crece más que el crecimiento poblacional. Las zonas costeras con esta problemática ya ocupan una superficie de 245.000 km², aproximadamente lo mismo que todos los arrecifes de coral del mundo.

La optimización del uso del agua para la producción agrícola, así como reducir la cantidad de nitrógeno y fósforo de fertilizantes y pesticidas es necesaria. Casi las dos terceras partes del nitrógeno utilizado en estas prácticas van a parar a ríos y zonas costeras, lo cual supera todas las entradas naturales del ciclo del nitrógeno. Algo similar sucede con el fósforo, que supera en ocho veces a los aportes naturales.

Este aporte exagerado de nutrientes provoca la eutrofización, que es el proceso de enriquecimiento de las aguas con nutrientes (fósforo y nitrógeno) a un ritmo acelerado (Horne y Goldman, 1994). Este proceso se manifiesta por el aumento de la biomasa vegetal y la disminución del oxígeno disuelto en el agua, lo cual trae como consecuencia la disminución de la biodiversidad existente así como su capacidad autodepuradora.

Es importante considerar, que el 7% de la tierra en todo el mundo se riega con aguas residuales, lo cual podría suponer un beneficio sobretodo en las zonas más áridas permitiendo el desarrollo de producción agrícola en temporada seca, pero cuando las aguas residuales no son bien tratadas, las mismas pueden contener bacterias, parásitos, sustancias químicas tóxicas, lo cual es un gran riesgo a nivel social y económico. Impacta en las tierras de cultivo, modificando su productividad, como así también en la calidad de los alimentos y consecuentemente en la salud de las personas y la competitividad económica de dichos productos. Algunos países cuentan con

directivas claras para el uso aceptable de aguas residuales para el riego, con parámetros establecidos, pero muchos otros no. A su vez, el riego con aguas residuales puede implicar una barrera arancelaria con su consecuente impacto en el comercio exterior del país. A manera de ejemplo, cabe mencionar que a finales de la década de 1990, Estados Unidos suspendió por cuatro meses la importación de mora y frambuesas desde Guatemala debido a un brote de cyclosporiasis que afectó a más de 2800 personas, y las pérdidas fueron estimadas en más de US\$50 millones. En el año 2000 ocurrió un nuevo brote por iguales causas, y como consecuencia Guatemala perdió definitivamente ese mercado y se redujo fuertemente el cultivo de frambuesas en el país. La pérdida estimada fue de US\$ 38 millones (FAO, 2009).

Por otro lado, las industrias utilizan agua en muchos de sus procesos (calefacción, refrigeración, limpieza, etc.) y por tanto, genera una parte importante de las aguas residuales totales, las cuales pueden ser una fuente de contaminación. Tanto compuestos orgánicos como metales usados en los procesos industriales se liberarían al medio ambiente, por tanto, es importante su regulación y las distintas industrias deben tener la responsabilidad de asegurar que el agua vertida tiene un nivel aceptable de contaminación. Es fundamental la prevención, reduciendo los contaminantes introducidos o utilizar circuitos cerrados del uso del agua, así como establecer sistemas de depuración propios antes de verter el agua al exterior. En los países en desarrollo, más del 70% de los desechos industriales son vertidos al agua sin tratar, contaminando los recursos hídricos disponibles.

Las industrias más tóxicas son la minería, las fábricas de celulosa, curtiembres, refinерías de azúcar y la producción farmacéutica. Dependiendo del tipo de mineral extraído, los residuos pueden contener metales pesados como plomo, zinc, mercurio, arsénico o cobre, el cual es extremadamente tóxico para los organismos acuáticos. Las aguas residuales de la industria, no solo contaminan los ríos y lagos, sino también los acuíferos y pozos debido a las infiltraciones por la tierra (Corcoran *et al*, 2010).

Las aguas bajan de la montaña al mar, pero el ser humano intercepta la misma para su utilización y por tanto, la misma es devuelta bajo condiciones distintas. Entre el 80% y el 90% de todas las aguas residuales generadas en los países en desarrollo se vierten sin tratar directamente a los cuerpos de agua superficiales (Naciones Unidas, 2009).

La calidad de las aguas cambia desde su punto de origen hasta las zonas costeras y mar abierto a través de los ríos, aguas subterráneas, acuíferos y aguas pluviales de escorrentía debido a distintas casuísticas. Estas causas pueden ser naturales o antropogénicas, como consecuencia de la actividad ganadera y agrícola, la deforestación, los vertidos industriales o urbanos. Estos cambios en la calidad pueden afectar a los ecosistemas acuáticos de distinta manera, ya sea por impactos mecánicos, como puede ser el cambio en la carga de sedimentos y el estrés térmico que puede cambiar el entorno físico o aumentar la turbidez del agua, afectando la biodiversidad. Por ejemplo, cambios en los sedimentos de los ríos pueden afectar aguas abajo, generando en algunos casos asfixias de pastos marinos y arrecifes de coral, debido a superar la capacidad natural para asimilar cierta cantidad de contaminantes. Por el contrario, si están restringidos, pueden reducir el suministro esencial requerido para la formación de los humedales costeros, con la consecuente disminución de estos hábitats cuya importancia es crítica.

Existe una amplia gama de contaminantes tóxicos en las aguas dulces y marinas, que pueden ir desde productos químicos, agrícolas o industriales (como compuestos orgánicos, metales pesados o productos de cuidado personal o farmacéuticos) y cuyos impactos son muy variados.

Un ejemplo de esto lo vemos en el Río Llobregat (Cataluña, España) donde la contaminación industrial ha ido disminuyendo, pero no así su alto grado de salinidad producido por las tres minas de potasa que desaguan en él, así como los compuestos químicos que llegan al río por la actividad humana. Se han encontrado una amplia gama de fármacos (analgésicos, antibióticos, esteroides, etc.) que han sido vertidos tras la depuración de

las aguas residuales. Si bien son concentraciones muy bajas, modifican el ecosistema. Un estudio ha demostrado que los fármacos presentes en el río a través de la orina, no matan pero engordan a los gusanos, caracoles y larvas existentes en él (El País, 2009).

En México se reconoce que en promedio se generan 7,54 km³ de aguas residuales municipales al año, de las cuales se colectan por alcantarillado 5,6 km³ y se descargan sin tratamiento 4,27 km³ a los cuerpos receptores. Como ejemplo, las descargas industriales y municipales de las ciudades de Tlaxcala y Puebla han afectado seriamente la calidad del agua provocando la pérdida de la pesca, del hábitat de los organismos acuáticos, la proliferación de malezas acuáticas y la pérdida de atracción turística (Gomez *et al.*, sin fecha).

La forma en que las aguas residuales sean tratadas también tendrá un impacto en el cambio climático debido a que las mismas y su tratamiento generan metano y óxido nitroso y dióxido de carbono. El escenario es peor al saber que el metano tiene un impacto 21 veces mayor que la misma masa de dióxido de carbono y que el óxido nitroso es 310 veces más potente. Si bien es un factor relativamente pequeño dentro del total de emisiones mundiales, cada vez tiene un mayor impacto. Se espera que las emisiones de metano de las aguas residuales aumenten un 50% entre 1990 y 2020, mientras que las estimaciones de emisiones de óxido nitroso debido a las aguas residuales sugieren un aumento del 25% en el mismo período (IPCC, 2007). Por tanto, es necesario investigar y buscar alternativas al tratamiento de aguas residuales actuales, para minimizar la producción de gases de efecto invernadero y el consumo de energía.

Los impactos ambientales derivados de la falta de tratamiento de las aguas residuales se pueden traducir en impactos sociales y económicos, debido a las posibles pérdidas de ecosistemas acuáticos enteros de los cuales depende la alimentación de la población, zonas costeras que dependen de la pesca para vivir o del turismo, el cual muchas veces se ve afectado debido a la contaminación de las aguas, las actividades recreativas que ya no pue-

den realizarse. Todo esto genera la pérdida de ingresos tanto por la actividad en sí (venta de pesado, estancia en hoteles, etc.) sino a los ingresos de las familias que trabajan en dichas actividades, con las consecuencias sociales derivadas. Un caso ilustrativo es la epidemia de cólera que tuvo lugar en Perú en 1991 que le costó al país US\$ 770 millones debido a los embargos impuestos al comercio de alimentos y a los daños que sufrió el turismo (OSM, 2011).

Las aguas eutrofizadas no sólo afectan a la población debido a la pérdida de los peces, sino también por el deterioro del paisaje y los malos olores, lo cual si quiere limpiarse tiene un costo económico muy elevado. Mientras que generalmente la cercanía a un curso de agua aumenta el valor de la propiedad, en el caso de terrenos aledaños a aguas contaminadas baja considerablemente. De acuerdo a un estudio de precios hedónicos realizado en 2008 se estimó que en la Ciudad de Buenos Aires el precio por metro cuadrado de los terrenos disminuye un 18% si se ubica a menos de 5 cuadras del Riachuelo³, un 10% si está a una distancia de entre 6 y 10 cuadras, y un 5% si está entre 11 y 15 cuadras (AYDET, 2008).

Muchas veces sucede que los principales actores de la contaminación o sobreexplotación no sufren directamente las consecuencias de sus acciones, por tanto se hace necesario internalizar estos efectos para reducir el mal uso y la contaminación provocada. Como ejemplo de esto, prestación de incentivos a través de pagos los servicios de los ecosistemas o la aplicación del principio de “quien contamina paga”. Un paso más han dado aquellos países que instauran el principio de “quien contamina repara” ya que en este caso se aseguran de la reparación del mal producido, lo cual también debería darse con el principio anterior, pero que no siempre sucede. El problema está en que muchas veces es difícil identificar la causa real debido a los efectos sinérgicos y acumulativos. Las pérdidas producidas

3 - Curso de agua superficial altamente contaminado que integra la denominada Cuenca Matanza-Riachuelo que afecta en forma directa a los 1.700.00 habitantes que viven en la cuenca baja.

sobre el medio tienen efectos sobre los recursos de subsistencia, producción económica y algunos ecosistemas han tocado el umbral mínimo, con lo que sus servicios están colapsados, generando que el coste de restauración sea muy alto o en algunos casos imposibles en el sentido estricto de volver a su estado original.

Es necesario tomar medidas urgentemente, tanto desde la planificación, prevención, tratamiento, reutilización y gestión. Se deben realizar las inversiones que sean necesarias para extender los servicios de agua y saneamiento, como así también reducir el volumen y la magnitud de la contaminación del agua a través de prácticas preventivas y tratamiento con tecnologías adecuadas. Las necesidades de inversión para el cumplimiento de los objetivos del milenio en América Latina y Caribe ascienden a US\$ 17.700 millones, mientras que para la universalización de los servicios de agua y saneamiento mejorados en el 2015 se estiman US\$ 38.900 millones, y a su vez ascendería a US\$ 46.700 millones si en vez de agua mejorada se extendiera a la totalidad de la población el agua por red (BID, 2010).

Cabe señalar que las inversiones en agua y saneamiento son socialmente rentables. Según un estudio de la OMS (Hutton y Haller, 2004) la rentabilidad puede ser entre US\$ 5 y US\$ 20 por cada dólar invertido dependiendo de la solución tecnológica adaptada y la situación sanitaria de cada país. Es interesante notar que pese a que los efectos en la salud sean los más “impactantes”, los estudios que analizan las consecuencias económicas de la falta de acceso a los servicios evidencian que el mayor costo para la sociedad radica en el tiempo destinado a las tareas de acarreo de agua dedicado por mujeres y niños. Esto puede explicarse porque como la población tiene conocimiento de las consecuencias, hasta fatales, en la salud invierten tiempo y dinero en abastecerse de un agua de mejor calidad (Lentini, 2010).

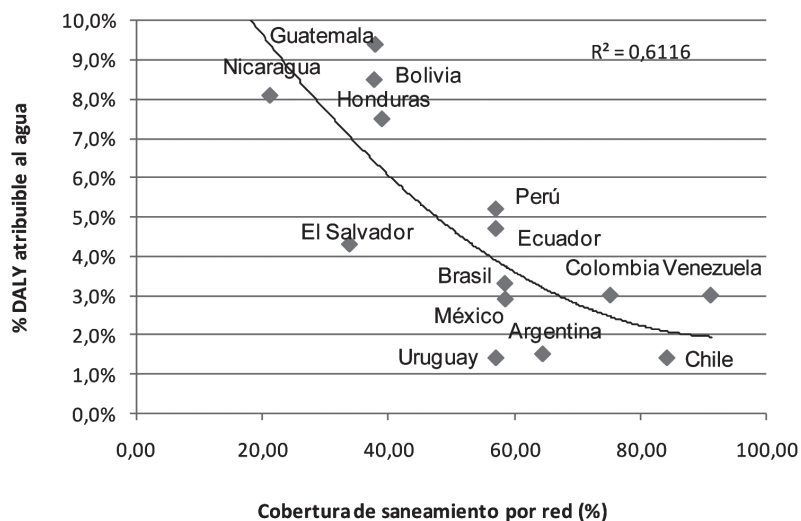


Figura 1. Relación entre la cobertura de saneamiento por red y las enfermedades hídricas.
Fuente: elaboración propia en base a Socio-Economic Database for Latin America and the Caribbean (CEDLAS y Banco Mundial) actualización de marzo 2011 y OMS (2008).

Vinculación del agua con la pobreza, el desarrollo económico y el desarrollo humano

Al realizar un análisis conjunto de los impactos identificados en el apartado anterior se puede observar que hay una interdependencia y retroalimentación de los factores los cuales influyen en la pobreza, el desarrollo económico y desarrollo humano.

En primer lugar, la fuerte vinculación entre agua y salud se corrobora en el gráfico que se presenta a continuación. Allí se representa para cada país el nivel de cobertura de saneamiento por red y la pérdida de los años de vida ajustados en función de discapacidad y muerte (DALY por su sigla en inglés⁴) producto del contagio de enfermedades de transmisión hídrica debido a problemas de agua, saneamiento e higiene.

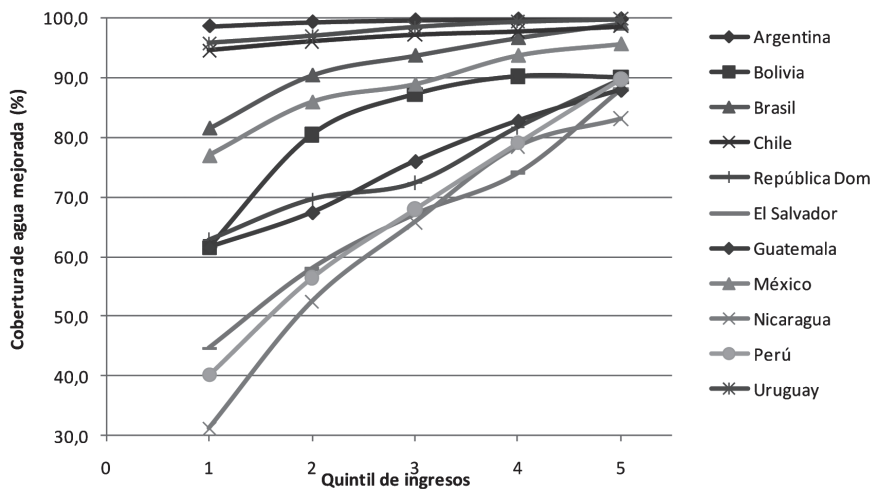


Figura 2. Porcentaje de hogares con acceso a fuentes de agua mejorada por quintil de ingresos. Fuente: elaboración propia en base a Socio-Economic Database for Latin America and the Caribbean (CEDLAS y Banco Mundial) actualización de marzo 2011.

Vale señalar que en los gráficos que se presentan a continuación se compara con la cobertura de saneamiento por red, y no con la cobertura de agua por red, por encontrar que este indicador es más representativo del acceso a los servicios sanitarios. En términos generales, son prácticamente inexistentes los casos de hogares conectados al servicio de saneamiento sin tener acceso a agua por red y es importante recordar que la totalidad de los beneficios enumerados en el apartado anterior se obtienen de la presencia de ambos servicios y el tratamiento de aguas residuales. Además, todos los países poseen cobertura de saneamiento por red, menor a la de agua y dado que el grado de diferenciación en el indicador de saneamiento por red entre países es mayor, se considera que éste es más representativo de las disparidades. Por estos motivos, al considerar la cobertura de saneamiento por red se puede suponer que también se dispone de servicio de agua,

4 - Disability-adjusted life years.

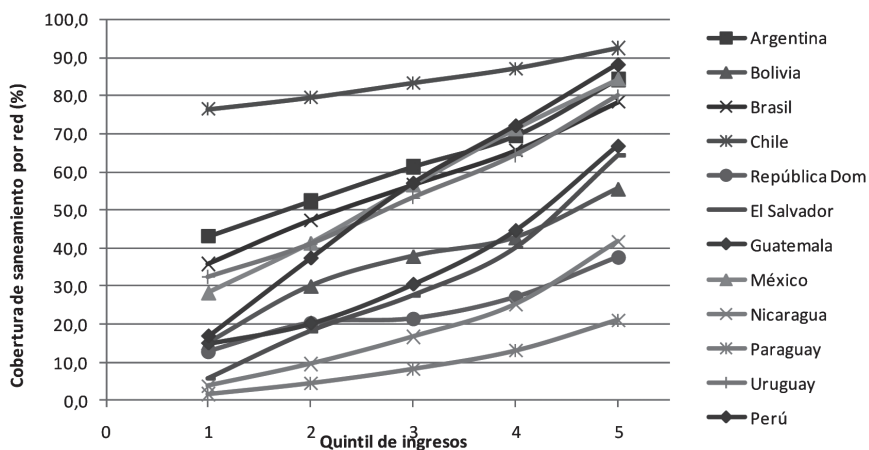


Figura 3. Porcentaje de hogares con acceso a saneamiento por red por quintil de ingresos.
 Fuente: elaboración propia en base a Socio-Economic Database for Latin America and the Caribbean (CEDLAS y Banco Mundial) actualización de marzo 2011.

resultando, por lo tanto, un indicador más representativo de la evolución de los servicios sanitarios en cada país y del impacto beneficioso de los mismos en las condiciones de vida de la población.

Asimismo, existe una estrecha vinculación entre el acceso a los servicios de agua y saneamiento y el nivel socioeconómico. En los gráficos que se presentan a continuación se muestra la correlación existente entre el acceso a fuente de agua mejorada y la cobertura de alcantarillado por red con el nivel de ingresos de un conjunto de países seleccionados de América Latina⁵. Se puede apreciar que en todos los países a medida que aumentan los ingresos del hogar esto implica un mayor grado de cobertura de agua y saneamiento.

Se observa que el quintil más rico de todos los países latinoamericanos seleccionados supera el acceso a fuentes de agua mejorada supera el 80%,

5 - Se seleccionó un grupo de países de la región a fin de facilitar la comprensión del gráfico.

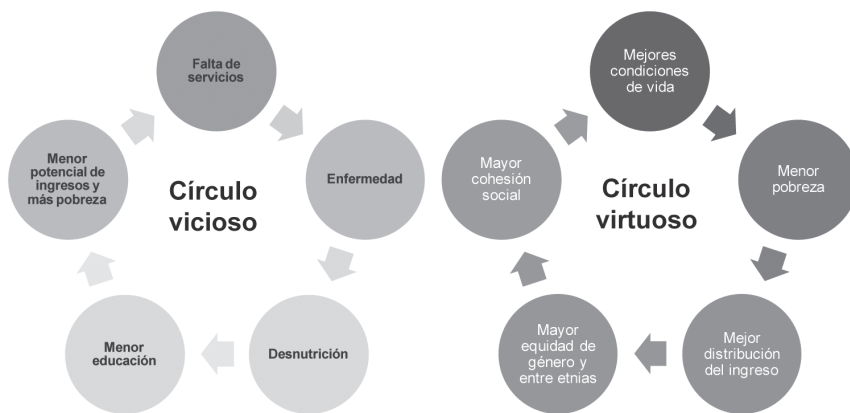


Figura 4. Círculo vicioso y virtuoso de los servicios de agua y saneamiento.

mientras que en 6 países el primer quintil (es decir el 20% de los hogares con menos ingresos del país) no supera el 65%. Cuanto mayor es la pendiente de la curva, mayor es la desigualdad en el acceso. A manera de ejemplo, la mayor disparidad se da en Nicaragua donde sólo el 31% de los hogares pertenecientes al primer quintil tienen acceso a una fuente mejorada de agua, mientras que este porcentaje se incrementa al 83% cuando consideramos los hogares pertenecientes al último quintil.

El relativamente alto grado de acceso al agua en el primer quintil, comparando con la presencia del servicio de saneamiento por red, se explica por la condición del agua como necesidad vital. De alguna forma todos los hogares encuentran la forma de acceder a alguna fuente de abastecimiento de agua, que puede ser lejana, de diversa calidad, con carácter irregular e intermitente, puesto que de otro modo no vivirían. Por lo tanto, es igual de importante garantizar el acceso al agua como la calidad del agua suministrada (Lentini, 2010).

Al analizar la cobertura de alcantarillado por red por quintil de ingresos se observa que, comparando gráficamente con la cobertura de agua, las pen-

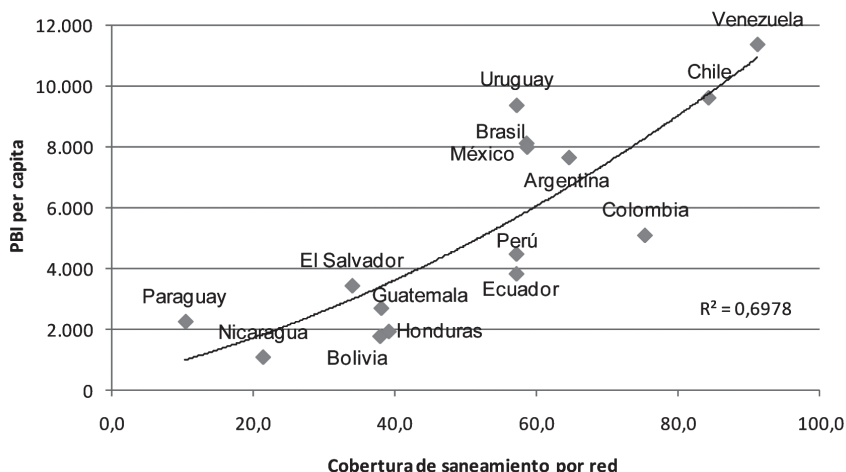


Figura 5. Relación entre PBI per capita y cobertura de saneamiento por red. Fuente: elaboración propia en base a Socio-Economic Database for Latin America and the Caribbean (CE-DLAS y Banco Mundial) actualización de marzo 2011 y Anuario Estadístico CEPAL 2010.

dientes de las curvas son más pronunciadas lo que implica que la desigualdad en el acceso entre estratos socioeconómicos es aún mayor. El caso más sobresaliente es el de Perú donde sólo el 17% de los hogares del primer quintil tienen cobertura de alcantarillado por red, mientras que el 88% de los hogares del quintil más rico cuentan con el servicio de saneamiento.

Las correlaciones descritas pueden explicarse debido a que la falta de acceso a los servicios de agua y saneamiento profundiza la pobreza (mayores costos de provisión y menor potencial de generación de ingreso) y hasta podría decirse que la “perpetúa” teniendo en cuenta lo que en la literatura se ha denominado “círculo vicioso de la pobreza”.

Tal como se puede observar en la ilustración, el círculo vicioso de la pobreza consiste en que la falta de acceso a los servicios de agua y saneamiento incrementa las probabilidades de contagios de determinadas enfermedades, lo que especialmente en niños repercute en problemas de nutrición y mayor ausentismo escolar, que al mismo tiempo va en detrimento de la po-

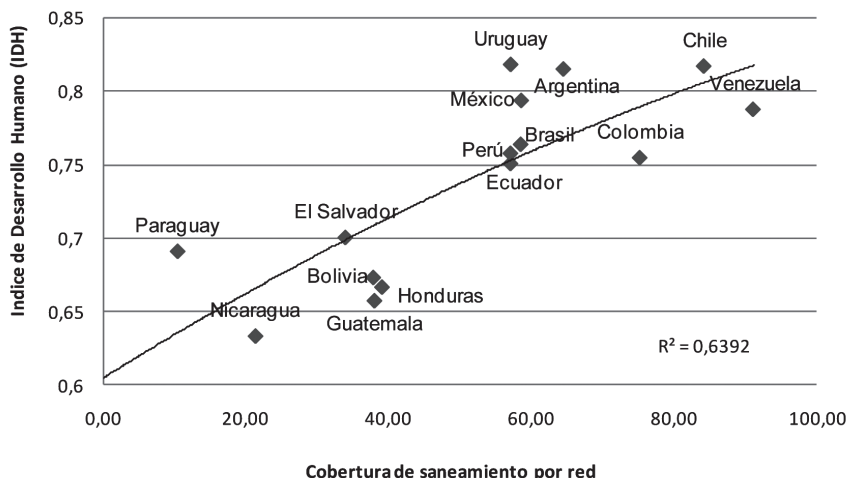


Figura 6. Índice de desarrollo humano vs. Cobertura de saneamiento por red. Fuente: elaboración propia en base a Socio-Economic Database for Latin America and the Caribbean (CEDLAS y Banco Mundial) actualización de marzo 2011 e Indicador de Desarrollo Humano 2010 del PNUD.

tencialidad de generar ingresos recrudesciendo la situación de pobreza. Por el contrario, cuando la extensión de los servicios de agua y saneamiento contribuye a construir un círculo virtuoso donde las familias mejoran sus condiciones de vida (salud, educación e ingresos), facilitando la reducción de la pobreza, lo que se traduce en una mejor distribución del ingreso en esa sociedad permitiendo simultáneamente una mayor equidad de género y mayor cohesión social. Por lo expuesto, se puede concluir que el acceso y calidad de los servicios de agua y saneamiento mejoran las condiciones para el desarrollo humano, social y económico de una nación.

En la figura 5 siguiente se puede advertir que la vinculación descrita entre servicios de agua y saneamiento y pobreza a nivel de hogar, también se da a nivel macroeconómico: a mayor PBI per capita, mayor es la cobertura de saneamiento por red. Por lo tanto, se puede afirmar que existe una relación positiva entre el acceso a los servicios de agua y saneamiento y el desarrollo económico considerado mediante el indicador de PBI per capita.

Como se explicara en el apartado anterior, además de los efectos del agua en la economía de las familias, también la cobertura de los servicios de agua y saneamiento repercute en la economía del país. Al contar con un sistema de abastecimiento de agua, saneamiento y tratamiento de aguas residuales adecuado, el país ya no necesita destinar una parte del gasto público en salud para atender enfermedades de transmisión hídrica, cuenta una mayor cantidad de población económicamente activa dando lugar a un mercado de trabajo más grande, y paralelamente también puede llevar a fomentar la industria turística en áreas aledañas a ríos, lagos y costas, como así también facilitar la exportación de productos agropecuarios al cumplir las condiciones sanitarias requeridas por los Estados Unidos y países de la Unión Europea.

Por último, si consideramos el índice de desarrollo humano (IDH) elaborado por PNUD también se observa que existe una correlación positiva con el acceso a los servicios de saneamiento.

El desarrollo humano es definido considerando tres aristas: una vida larga y saludable, la educación y un nivel de vida digno. Para la estimación del índice de desarrollo humano se computa la esperanza de vida al nacer, los años de educación promedio, los años esperados de instrucción y el PBI per capita. Habiendo analizado previamente de forma individual la relación existente entre los indicadores que componen el índice de desarrollo humano y los servicios de agua y saneamiento, resulta esperable esta correlación con el desarrollo humano. No obstante, esto ejemplifica la dimensión y multiplicidad de los impactos de los servicios de agua y saneamiento.

Consideraciones finales

Con la declaración del derecho humano al agua y la inclusión del acceso a los servicios de agua y saneamiento mejorado como objetivos del milenio, la comunidad internacional puso en evidencia la importancia del tema y la necesidad que sea considerado como un tema prioritario en las políticas públicas de los países en desarrollo.

Debido a la multiplicidad de beneficios que generan, los servicios de agua y saneamiento colaboran con el cumplimiento de cinco de los ocho objetivos de desarrollo del milenio: erradicar la pobreza extrema y el hambre; lograr la enseñanza primaria universal; promover la igualdad entre los géneros y la autonomía de la mujer; reducir la mortalidad infantil y garantizar el sustento del medio ambiente.

De acuerdo a información del Programa conjunto OMS/UNICEF de seguimiento del abastecimiento de agua y del saneamiento (JMP por su sigla en inglés) se está en camino de cumplir con la meta para el 2015 sobre el acceso al agua potable, ya que se prevé que sólo el 9% de la población mundial no tendrá acceso superando así la meta que era alcanzar el 12%. Sin embargo, respecto de la meta de acceso a saneamiento mejorado los esfuerzos no son suficientes: si se mantiene la tendencia actual se prevé que al 2015 el 36% de la población no tendrá acceso a instalaciones de saneamiento mejorado cuando la meta establecida era del 23%. No obstante, el desafío no sólo está en el acceso al agua potable sino también en la calidad del servicio (potabilidad, presión y continuidad) de forma tal que puedan obtenerse todos los beneficios asociados a los servicios que fueran descriptos.

Para alcanzar dichas metas del milenio en América Latina se estima que los países deberán invertir aproximadamente 17.000 millones de dólares, equivalentes aproximadamente al 0,38% del PBI de la región; mientras que para la universalización del servicio de agua por red y el acceso a saneamiento mejorado al 2015 implicaría 46.700 millones de dólares (1% del PBI). La inversión puede parecer grande, pero los beneficios obtenidos de la misma serán mucho mayores (socialmente rentables) e indispensables si consideramos su potencial para evitar muertes, mejorar la calidad de vida y contribuir al desarrollo humano de cada país.

Referencias

- 5TO FORO MUNDIAL DEL AGUA, (2009). Pacto de Estambul sobre el Agua para las Autoridades Locales y Regionales. Disponible en <http://www.siagua.org> consultado el 15 de noviembre de 2011.
- ADAMS, J., BARTRAM, J., CHARTIER, Y. y SIMS, J., (2009). Water, sanitation and hygiene standards for school in low-cost settings, Organización Mundial de la Salud.
- AYDET, (2008). Factibilidad económica de un proyecto de mejora ambiental, en la cuenca del Río Matanza Riachuelo, a través de la técnica de precios hedónicos. Consultoría para el Banco Mundial.
- BANCO INTERAMERICANO DE DESARROLLO (BID), (2010). Agua potable, saneamiento y los objetivos de desarrollo del milenio en América Latina y el Caribe.
- BONIFAZ, J.L y G. ARAGON, (2008). Sobrecostos por la falta de infraestructura en agua potable: una aproximación empírica. Documento de discusión DD/08/12, Universidad del Pacífico. Lima, Perú.
- BOSCH, C., HOMMANN, K., SADOFF, C. y TRAVERS, L., (1999). Agua, saneamiento y la Pobreza. Banco Mundial.
- CEDLAS y BANCO MUNDIAL, (2011). Socio-Economic Database for Latin America and the Caribbean, actualización de marzo 2011 disponible en <http://www.cedlas.org>.
- CHOGUILL C., FRANCEYS R. y A. COTTON, (1993), Planning for water and sanitation.
- COMISION ECONOMICA PARA AMERICA LATINA y CARIBE (CEPAL), (2011). Anuario Estadístico de América Latina y Caribe Año 2010.

- CORCORAN, E., NELLEMAN, C., BAKER, E., BOS, R., OSBORN, D. y H. SAVELLI (EDS), (2010). Sick Water? The central role of wastewater management in sustainable development. A Rapid Response Assessment. United Nations Environment Programme, UN-HABITAT, GRID-Arendal. Disponible en <http://www.unep.org> consultado el 15 de noviembre de 2011.

- COSGROVE, W. y F. RIJSBERMAN, (2000). Visión Mundial del Agua: Que el agua sea asunto de todos. Capítulo 1: Declaración de la Visión y mensajes claves. World Water Council. Disponible en <http://www.world-watercouncil.org> consultado el 15 de noviembre de 2011.

- Cumbre Mundial sobre desarrollo sostenible de Johannesburgo (2002). Disponible en <http://daccess-dds-ny.un.org> consultado el 15 de noviembre de 2011.

- Declaración de Dublín sobre el Agua y el Desarrollo Sostenible. (2011) Disponible en <http://www.wmo.int/> consultado el 15 de noviembre de 2011.

- Declaración de Estocolmo sobre el Medio Ambiente Humano. (1972) Adopción: Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Medio Ambiente Humano, 16 de junio de 1972. Disponible en <http://www.pnuma.org/>

- DEL CASTILLO, L., (2009). Los Foros del Agua. De Mar del Plata a Estambul. 1977 – 2009. Documentos de Trabajo N° 86. Consejo Argentino para las Relaciones Internacionales. Disponible en <http://www.cari.org.ar> consultado el 15 de noviembre de 2011.

- GÓMEZ B. A., SALDAÑA F. P., MARTÍNEZ G. A., GAITÁN N. J.F., ATHALA M. J., LERDO DE TEJADA B. A., GUTIÉRREZ L.E., SANDOVAL V. A., RUÍZ L. A. y SALCEDO S. E., *sin fecha*. Valuación económica del impacto ambiental de las descargas de aguas residuales municipales. Instituto Mexicano de Tecnología del Agua Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales.

- HORNE, A. J. Y C. R. GOLDMAN, (1994). Limnology. Mc Graw. Hill International. Editions. 2 Edición. New York. 575 p.
- HUTTON, G. y HALLER, L., (2004). Evaluation of the costs and benefits of water and sanitation improvements at the global level. Organización Mundial de la Salud.
- INTERGOVERNMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE (IPCC), (2007). Cambio Climático 2007: Informe de síntesis. Disponible en <http://www.ipcc.ch/>
- IV FORO MUNDIAL DEL AGUA, (2006). Agua y Saneamiento para todos.
- JOURAVLEV, A., (2004). Los servicios de agua potable y saneamiento en el umbral del siglo XXI, Serie Recursos Naturales e Infraestructura N° 74, CEPAL, Santiago de Chile.
- LENTINI, E., (2010). Servicios de agua potable y saneamiento en Guatemala: beneficios potenciales y determinantes de éxito. Comisión Económica para América Latina y Caribe (CEPAL), Santiago de Chile.
- NACIONES UNIDAS, (2010). Informe de los Objetivos de Desarrollo del Milenio. Informe 2010, Nueva York. Disponible en <http://www.un.org> consultado el 15 de noviembre de 2011.
- OCDE, (2011). Benefits of Investing in Water and Sanitation: an OCDE perspective.
- ORGANIZACIÓN DE LAS NACIONES UNIDAS PARA LA AGRICULTURA y LA ALIMENTACION (FAO), (2009). Enfermedades transmitidas por alimentos y su impacto socioeconómico: estudios de caso en Costa Rica, El Salvador, Guatemala, Honduras y Nicaragua.
- ORGANIZACIÓN DE LAS NACIONES UNIDAS, (2009). El Agua en

un mundo en constante cambio. Disponible en <http://www.unesco.org/> consultado el 15 de noviembre de 2011.

- ORGANIZACIÓN MUNDIAL DE LA SALUD (OMS) y UNICEF, (2010). Progresos en materia de saneamiento y agua: informe de actualización 2010.
- ORGANIZACIÓN MUNDIAL DE LA SALUD (OMS), (2011). Sitio web del programa Agua, saneamiento y salud disponible en <http://www.who.int> consultado el 15 de noviembre de 2011.
- ORGANIZACIÓN MUNDIAL DE LA SALUD, (2008). Safer water, better health: cost, benefits and sustainability of interventions to protect and promote health.
- PROGRAMA DE NACIONES UNIDAS PARA EL DESARROLLO (PNUD), (2010). Informe de Desarrollo Humano 2010.
- RED DE AGUA Y SANEAMIENTO EN GUATEMALA (RASGUA), (2007). Valoración estratégica sobre la importancia del agua potable y saneamiento básico en el desarrollo, la salud y la educación en Guatemala.
- ROGER, M., (2009). Un río de medicamentos, Diario El País, viernes 6 de noviembre de 2009. Cataluña, España.
- UNESCO, (2011). Programa Mundial de Evaluación de los Recursos Hídricos para el desarrollo, el fortalecimiento de capacidades y el medio ambiente. Hitos del Agua. Disponible en <http://www.unesco.org> consultado el 15 de noviembre de 2011.

Saneamiento ecológico

Romina Vidoni¹ y Graciela Sanguinetti¹.

¹Centro de Ingeniería Sanitaria; Facultad de Ingeniería, Ciencias Exactas y Agrimensura de la Universidad Nacional de Rosario.

sanguine@fceia.unr.edu.ar / cis@fceia.unr.edu.ar

Introducción

Aproximadamente 1,1 mil millones de personas en todo el mundo carecen de acceso a fuentes de agua segura. Asimismo, 2,4 mil millones no tienen acceso a ningún tipo de instalación mejorada de saneamiento. Cerca de 2,2 millones de personas, la mayoría menores de cinco años, mueren todos los años debido a enfermedades diarreicas. Los más afectados son las poblaciones de los países en desarrollo que viven en condiciones extremas de pobreza, tanto en áreas periurbanas como rurales (UNICEF, 2006). Los principales problemas que causan esta situación incluyen la escasez de recursos económicos, la carencia de sostenibilidad de los servicios de abastecimiento de agua y saneamiento, los malos hábitos de higiene y el saneamiento inadecuado. A fin de disminuir estos problemas las Naciones Unidas han proclamado al período 2005-2015 como el Decenio Internacional para la Acción “El agua, fuente de vida”. Unos 2.500 millones de personas viven todavía sin saneamiento: más de mil millones en Asia y quinientos millones en el África subsahariana.

El desafío del saneamiento

En el año 2000, el Consejo Colaborador de Agua y Saneamiento (WSSCC, por sus siglas en inglés) fijó la meta de reducir a la mitad el número de personas sin acceso a servicios mejorados de agua y saneamiento para 2015, y obtener cobertura universal para 2025. La Cumbre Mundial de las Naciones Unidas sobre el Desarrollo Sustentable (WSSD, por sus siglas en

inglés) en Johannesburgo, Sudáfrica en agosto de 2002, también estableció como meta “reducir a la mitad, para el año 2015, la proporción de personas que no tiene acceso al saneamiento básico”. Para tan sólo cumplir con la meta de saneamiento del 2015 en América Latina y el Caribe, la cantidad de personas que reciban servicios debe aumentar 131 millones (39%) en las áreas urbanas y 32 millones (52%) en las áreas rurales (UNICEF, 2006). Para lograr este objetivo, se deben desarrollar servicios adecuados de saneamiento en la región para 37,215 personas al día del 2003 al 2015. Paradójicamente, las prácticas convencionales de saneamiento en la región con frecuencia son parte del problema tanto como una solución.

1 - Introducción al saneamiento ecológico

1.1 Sistemas de Tratamientos: saneamiento convencional y ecológico

Los sistemas de conducción y tratamiento convencionales de los líquidos cloacales fueron diseñados sobre la premisa de que la excreta humana es un residuo que hay que desechar y que el medio ambiente tiene la capacidad de asimilarlo. Dichos sistemas son de flujo lineal, desperdiciando valiosos nutrientes que son extraídos, a través de los alimentos que consumimos, de los suelos fértiles (que se vuelven infértiles) y que se descargan sin tratamiento, en un alto porcentaje, en ecosistemas de aguas dulces y saladas, poniendo en riesgo la salud de la gente y deteriorando el medio ambiente, nuestro sistema de sustento vital. Tan solo la necesidad de “cerrar el ciclo” de nutrientes (nitrógeno, fósforo y potasio) dicta el cambio de paradigma necesario hacia el saneamiento sustentable. Además, los riesgos sanitarios asociados con el estado actual del saneamiento en el mundo requieren acción inmediata. Las enfermedades llevadas por el agua matan a un niño cada ocho segundos en todo el mundo y son la causa de 80% de las enfermedades y muertes en los países en vías de desarrollo (PNUMA, 2001) (EcoSanRes). Asimismo, el deterioro continuo de la fertilidad de la tierra es una preocupación creciente en el sector agropecuario. Cada vez más investigadores señalan que los métodos agrícolas que se aplican actualmente no son sustentables. Hoy en día tenemos un flujo lineal y ma-

sivo de nutrientes que van de las zonas rurales a las ciudades en la forma de productos agrícolas. Es necesario revalorizar los nutrientes que hay en las excreta humana para poder usarlos, previa sanitización, con propósitos agrícolas. Cabe señalar que el nitrógeno, el fósforo y el potasio que cada persona genera al año son suficientes para producir el trigo y maíz que una persona consume en el mismo periodo. (Esrey *et al.*, 2001a). Por lo tanto, ni los sistemas convencionales de alta tecnología ni las letrinas de “baja” tecnología son soluciones sustentables para el saneamiento. Tanto los líderes como las comunidades enfrentan dos opciones actualmente: extender el tipo de saneamiento que existe, con todas sus limitaciones y debilidades, o buscar soluciones completamente nuevas. Los tipos de saneamiento convencionales no son viables ni asequibles para la gran mayoría de las personas en países en vías de desarrollo. Es necesario entonces incorporar nuevas alternativas de tratamiento, más sustentables, que permitan la recuperación de los nutrientes presentes en la excreta humana, reintegrándolos a los suelos luego de asegurar su calidad higiénica para evitar la transmisión de microorganismos patógenos (Vinneras, 2002). A este tipo de tratamiento se lo denomina ECOSAN (Ecological Sanitation). Las heces, si bien tienen menos nutrientes, poseen el mayor riesgo de transmisión de enfermedades, debiendo ser almacenadas para su deshidratación y tratadas a través del compostaje para la inactivación de patógenos. El almacenamiento es especialmente beneficioso en climas cálidos secos para la deshidratación del material lográndose bajo contenido de humedad, que contribuye a la inactivación de los patógenos. Una rápida destrucción de patógenos se logra a niveles de humedad menores a 25%, porcentaje que puede ser logrado utilizando los inodoros con desviación de orina. El bajo contenido de humedad es también beneficioso para reducir el mal olor y la atracción de insectos durante su almacenamiento (Esrey *et al.*, 1998).

Con respecto al compostaje, se trata de un tratamiento biológico aeróbico que consiste en mezclar residuos orgánicos con las heces, que se degradan y producen un aumento de temperatura hasta 55-60 °C. A esta temperatura, mantenida durante 2 a 3 semanas, se logra la inactivación de la mayoría de los patógenos (Vinneras, 2002). Por lo tanto, el almacenamiento y des-

hidratación de las heces deben ser complementados con el compostaje, que actúa como una “barrera segura” para completar la inactivación de los patógenos. De esta forma el biosólido generado podría ser utilizado, sin riesgo sanitario, como mejorador de suelos en la agricultura urbana. Con respecto a los patógenos en orina, las investigaciones realizadas en el Instituto Karolinska (Estocolmo) para el Control de Enfermedades Infecciosas de Suecia, concluyen que los principales riesgos de transmisión de enfermedades por manipuleo y uso de la orina humana son producidos por contaminación fecal cruzada y no por la orina misma (Schönning, C. *et al.*, 2002). Por lo tanto una adecuada capacitación y entrenamiento en la manipulación de la orina, evitaría la contaminación cruzada.

ECOSAN se basa en SANEAR Y RECICLAR. Es un sistema alternativo de tratamiento de los líquidos residuales domésticos que consiste en separar aguas grises, orina y excretas y darles distintos tipos de tratamientos, acorde con el diferente grado de peligrosidad en relación al contenido de microorganismos patógenos, minimizando además el volumen de agua potable requerido. Desde fines de los 80', estos sistemas de saneamiento ecológico se aplican en varios países, entre los que se encuentran Suecia, Noruega, Finlandia, México, China, Sudáfrica (Del Porto and Steinfeld, 2000). Tales sistemas son utilizados en comunidades de distinto nivel socio-económico, es decir, no son sólo recomendados para poblaciones pobres, sino para todas aquellas que no cuentan con servicios centralizados de recolección de líquidos cloacales y que deciden preservar el medio ambiente. Los sistemas de saneamiento ecológico, especialmente los que utilizan el inodoro seco con desviación de orina, tienen menos probabilidades de afectar las aguas superficiales o subterráneas. Las aguas grises, con menor contenido de nutrientes (Nitrógeno, Fósforo y Potasio) también pueden ser utilizadas para riego o dispuestas en zanjas de infiltración, recuperando el suelo el contenido de dichos nutrientes.

1.2 Sustentabilidad

Los métodos convencionales de saneamiento se centran principalmente en remover la excreta del ambiente inmediato de la comunidad o del hogar, y

están menos preocupados por las implicaciones ecológicas y la sustentabilidad a largo plazo. En este sentido nos guiamos por la definición inicial, y aún generalmente aceptable, propuesta por la comisión Brundtland (1987):

El desarrollo sustentable es un desarrollo que cumple con las necesidades del presente sin comprometer la capacidad de las generaciones futuras para satisfacer sus propias necesidades.

El Saneamiento Ecológico es un sistema alternativo de tratamiento de los líquidos residuales domésticos que consiste en separar las aguas grises de las excretas para minimizar los volúmenes de líquidos que requieren distintos tipos de tratamiento, de acuerdo con su diferente grado de peligrosidad en lo que respecta al contenido de microorganismos patógenos. Asimismo en baño seco se realiza la separación de heces (se concentra la mayor parte de los patógenos) y orina (podrán encontrarse muy escasos patógenos por contaminación con las heces, Schöning, *et al.* 2002), utilizando inodoro con desviación de orina. Este tipo de inodoros implica un cambio en la modalidad de uso para el hombre, el cual no es siempre aceptado por razones culturales en distintos países del mundo. Por lo tanto se instalan mingitorios en los baños domiciliarios. Tanto la orina como las heces sanitizadas pueden ser utilizadas como mejoradores de suelos, dado que contienen Nitrógeno, Fósforo, Potasio, etc. Dichos nutrientes se encuentran en elevada concentración en la orina y en menor grado en las heces.

1.3 Ciclo de los nutrientes (Ronald Sawyer; Andrés Buenfil Friedman; Anne Delmaire)

El fósforo frecuentemente es el macro-nutriente limitante para el crecimiento vegetal. Este recurso no renovable está siendo minado a pasos cada vez mayores para cumplir con la demanda de los fertilizantes artificiales. Con el ritmo actual de explotación, todo el fósforo relativamente barato que usamos hoy en día desaparecerá en un período de 50 a 130 años. Sin embargo, la orina humana es rica en fósforo. Con los métodos de saneamiento basados en agua, este fósforo se suelta en ríos, lagos y océanos donde las formas solubles inducen la eutrofización y los compuestos no

solubles se asientan en los sedimentos inferiores, volviéndose inaccesibles a las plantas. De manera similar, recuperar el fósforo de lodos residuales o de las letrinas no es viable económicamente. Como el fósforo, el nitrógeno (N) tiene alta demanda entre las plantas en ecosistemas acuáticos y terrestres. Mientras que el principal depósito de nitrógeno es en el aire (N_2), las plantas y los animales requieren nitrógeno en forma mineral, como por ejemplo iones de amonio (NH_4^+) o iones de nitrato (NO_3^-).

El tratamiento convencional es una de las principales causas de eutrofización de los recursos de aguas superficiales en la región y alrededor de la Tierra. Aparte de esta contaminación, el valor fertilizante del nitrógeno se pierde en las aguas residuales municipales en lugar de ser utilizado para producir cosechas. Por lo tanto, mucha energía producida por combustibles fósiles se tiene que dirigir erróneamente hacia la operación de sistemas de saneamiento de flujo y descarga, y hacia la fijación del gas de nitrógeno para producir fertilizantes comerciales. Ya que los sistemas convencionales de saneamiento basados en agua funcionan con combustibles fósiles, contribuyen significativamente a las emisiones globales de **carbón**, acelerando la probabilidad de calentamiento global. Además, grandes cantidades de metano (CH_4), el segundo más importante gas de invernadero basado en el carbono, escapa de las aguas residuales a la atmósfera.

La **energía** de combustibles fósiles impulsa la economía global moderna, aunque tienen un límite ya que se trata de recursos energéticos no renovables. La mayor parte de los drenajes y sistemas de tratamiento de aguas residuales de alta tecnología en el primer mundo utilizan grandes cantidades de electricidad, en su mayor parte generada por combustibles fósiles (incluyendo plantas de energía nuclear basadas en uranio). Por lo tanto, los sistemas de desagüe y de tratamiento de aguas residuales que hacen un uso intensivo de la energía no son una opción sustentable de saneamiento.

1.4 Relevancia del problema

Es naturalmente sabido que, tanto los pozos sépticos como la descarga de líquidos directamente a cursos de agua, no sólo contaminan las aguas subte-

rráneas y superficiales, respectivamente, sino que representan la causa más importante de diseminación de enfermedades de origen hídrico. Dichas enfermedades se hallan asociadas a condiciones de saneamiento no adecuadas representando el 2º riesgo mundial (6,8%) en disminuir la expectativa de vida de las personas. Casi una cuarta parte de la población mundial vive sin forma alguna de servicios de saneamiento. Otro 15% usa instalaciones de saneamiento que no garantizan condiciones higiénicas de disposición para evitar el contacto humano con los residuos. La defecación en espacios abiertos pone en peligro a toda la comunidad, no sólo a quienes se ven obligados a esta práctica, debido al mayor riesgo de padecer enfermedades diarreicas, cólera, infección por helmintos intestinales, hepatitis y enfermedades afines. Si bien la defecación al aire libre se reduce en todas las regiones, continúa en casi la mitad de la población del Asia meridional y en más de la cuarta parte de quienes viven en el África subsahariana. De los 1.200 millones de personas que viven en regiones donde la defecación es al aire libre, más de mil millones residen en zonas rurales (United Nations, 2008).

Por otro lado, para muchas comunidades, en particular de países en vía de desarrollo, tanto la instalación de un sistema de transporte de las excretas a través de conductos como la construcción de su planta de tratamiento, resulta muy costoso y exige disponer de agua potable. Cabe resaltar que una persona elimina por año 500 litros de orina y 50 Kg de heces, los que son arrastrados por 15.000 litros de agua potable (12 L/descarga de inodoro). A esta cantidad se le deben sumar otros 15.000 litros anuales/persona de las “aguas grises” provenientes de la cocina y el lavadero (Winblad *et al.*, 2004). Por lo tanto:

- Se diseminan más fácilmente las enfermedades de origen hídrico.
- Se derrocha el agua potable, valioso recurso que escasea en muchos lugares del planeta.
- Se contribuye a la eutrofización de los cuerpos de agua.
- Se pierden valiosos nutrientes (nitrógeno, fósforo, potasio) eliminados por las excretas que podrían ser reciclados para evitar el empobrecimiento de los suelos destinados a la agricultura.

1.5 Flujo y descarga

Una persona puede descargar, en un año, 15,000 litros de agua pura, unos 400-500 litros de orina y unos 50 litros de heces. Usando un sistema de cañería, se agregan unos 15,000-30,000 litros persona/año de las llamadas aguas grises o jabonosas, provenientes del baño, la cocina y la lavadora. Con frecuencia, por medio de las cañerías urbanas, a este flujo se añaden las corrientes de agua pluvial (de calles y techos), y el agua altamente contaminada proveniente de la industria (Esrey, *et al.*, 2000).

Las plantas de tratamiento a gran escala y que utilizan mucha energía son, entre las opciones de saneamiento, las menos sustentables. En comparación con alternativas naturales y ecológicas de tratamiento, típicamente dependen de grandes cantidades de agua y energía no renovable para su operación; también requieren de materiales que hacen un uso intensivo de la energía para su construcción y desperdician valiosos nutrientes.

2 - Nuevo paradigma de saneamiento

Un primer paso será lograr el consenso acerca de las funciones esenciales que deben cumplir los sistemas de saneamiento sustentables. Donde sea posible, los sistemas de saneamiento deberán ser evaluados, diseñados y seleccionados con base en principios claros que combinen el bienestar del usuario y la sustentabilidad a largo plazo. Un sistema de saneamiento eficaz y sustentable debe de:

- **Promover la salud y prevenir la enfermedad.** Para romper el ciclo de la infección y la reinfección, debemos atender las causas del problema y tomar medidas preventivas para romper el ciclo de patógenos. Es necesario tener un manejo seguro de la excreta y una destrucción de patógenos antes de que la excreta entre al ambiente.
- **Proteger el ambiente y conservar los recursos.** Ya que el ambiente es nuestro sistema de sustento vital, su deterioro tiene repercusiones negati-

vas sobre nosotros. Por lo tanto, un sistema de saneamiento sustentable no debe de cargar el ambiente, en particular las aguas dulces y costeras, con desperdicios humanos. Para ser sustentable, un sistema de saneamiento debería minimizar su dependencia en recursos escasos, por ejemplo combustibles fósiles y agua dulce. Para poder conservar energía no-renovable, los procesos de ciclo cerrado (reciclar agua y/o nutrientes) deberían de manejarse tan cercanamente a su origen como sea posible.

- **Recuperar y reciclar los nutrientes.** Necesitamos diseñar sistemas que imiten ecosistemas saludables que encontramos en la naturaleza para poder recuperar y reciclar nutrientes en las excretas al devolverlos a los usos productivos en la producción de alimentos.

Ecosan es un acercamiento innovador al saneamiento y se basa en cuatro aspectos fundamentales: 1) sanear las excreta humana, 2) prevenir la contaminación, en lugar de intentar controlarla después de contaminar, 3) conservar recursos acuíferos, y 4) cerrar el ciclo de nutrientes al utilizar las excretas humanas saneadas para propósitos agrícolas. Este acercamiento se puede caracterizar como sanear y reciclar. El método ECOSAN es un sistema de ciclo cerrado que trata las excretas humanas como un recurso. La excreta humana se contiene y procesa en el sitio, y luego, si es necesario, se termina de procesar en otro sitio hasta que esté libre de organismos que causen enfermedades (Figura 1).

Los nutrientes saneados luego se reciclan en la producción agrícola. En lugar de contaminar el ambiente, la orina y las heces humanas se utilizan para mejorar la estructura de la tierra y proporcionar nutrientes. Este método de saneamiento es una parte esencial del cambio de paradigma hacia una forma de vida realmente sustentable.

2.1 Ciclos del saneamiento ecológico (PNUD, 2006)

2.1.1 El ciclo cerrado de nutrientes

Según el concepto EcoSan, las excretas producidas se almacenan “in situ”, es decir, en letrinas o cámaras debajo del inodoro del baño de la vivienda.

Allí reciben durante un almacenamiento de seis a doce meses, un primer tratamiento para reducir la presencia de microorganismos patógenos en las heces, responsables de enfermedades diarreicas y parasitarias. Después de un tiempo mínimo de almacenamiento, las excretas son recolectadas y transportadas a un lugar para un tratamiento secundario de eliminación completa de microorganismos patógenos. Esto permite el reuso de las excretas para mejorar los suelos en la agricultura, reciclando los nutrientes contenidos. El enfoque EcoSan considera las excretas humanas como recursos y no como desperdicios, contrario a enfoques convencionales de saneamiento.

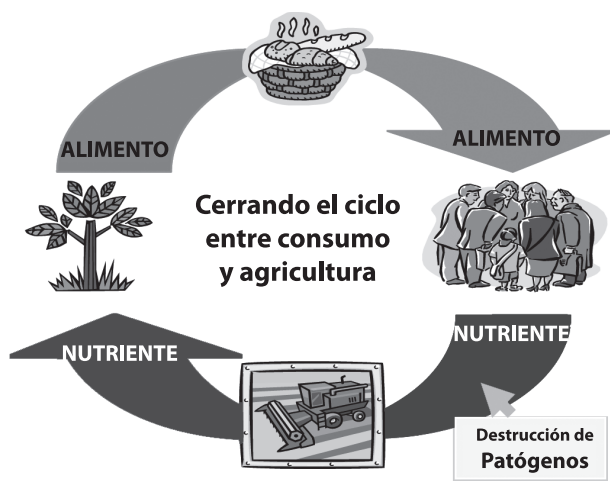


Figura 1 - Cerrando el ciclo de los nutrientes

2.1.2 El ciclo cerrado de agua

Al mismo tiempo, el concepto EcoSan toma en cuenta el manejo de las aguas servidas generadas por la vivienda. Como las excretas están almacenadas *in situ* no se mezclan con agua, lo que evita la producción de aguas negras. EcoSan contempla la recolección, el tratamiento y el reuso de las llamadas aguas grises provenientes de la cocina, ducha, lavamanos y lavadero de ropa. La Figura 2 resume gráficamente el enfoque EcoSan, el cual será descrito con más detalle en los próximos párrafos que describen las opciones técnicas aplicadas en los proyectos piloto de las zonas peri-urbanas de Lima.

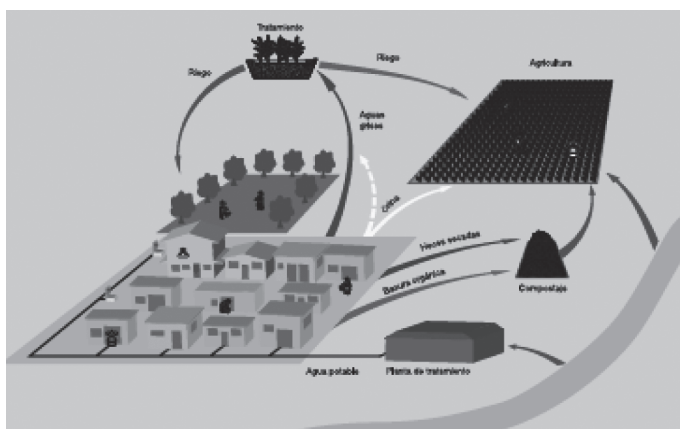


Figura 2 – El enfoque ECOSAN para zonas peri-urbanas

2.2 Saneamiento adecuado para la protección de la salud

La carencia de adecuadas condiciones higiénicas en la disposición de excretas humanas y las malas prácticas de higiene tienen incidencia negativa en la salud, ya que pueden causar una variedad de enfermedades tales como diarrea, tifoidea, cólera, y ascariasis. Estas enfermedades son transmitidas a través de microorganismos patógenos contenidos en las excretas humanas.

En cuanto al saneamiento de excretas, el enfoque EcoSan contempla varias opciones para eliminar los microorganismos patógenos. La siguiente sección presenta uno de los posibles métodos: la deshidratación de las heces humanas recolectadas de manera separada de la orina.

2.2.1 Eco-inodoro: separación de la orina y deshidratación de heces

El enfoque EcoSan contempla principalmente la retención y el saneamiento de las excretas *in situ*, es decir, en las viviendas. En la Figura 3 puede observarse baño ecológico con separación de orina, donde se señalan los distintos recipientes colectores. Todo sanitario tiene tres componentes: un pedestal, una cámara y la estructura. La cámara se encuentra debajo de la losa, lugar donde se deposita la excreta, o donde se recolectan y almacenan por separado orina y heces. Puede haber una o dos cámaras, pueden estar por encima o debajo del nivel del suelo y pueden ser portátiles o estar fijas en su lugar.

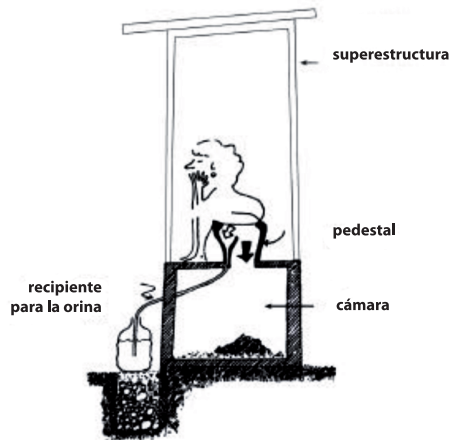


Figura 3 – Sanitario ecológico.

Las heces que contienen la mayoría de microorganismos patógenos se desvían de la orina a través de un inodoro con separador de orina (“eco-inodoro”, Figura 4) y la instalación de un urinario. Esta separación facilita la deshidratación (secado) de las heces en las cámaras de almacenamiento ubicadas debajo del eco-inodoro. Adicionalmente se agrega urea, cal viva o ceniza después de cada uso del eco-inodoro, para levantar el pH y secar las heces. Cuando una cámara está llena, se sella y se mueve el eco-inodoro por encima de la otra. En este *primer proceso* de saneamiento se logra una reducción considerable de microorganismos patógenos después de un almacenamiento de seis a doce meses.



Figura 4 – Inodoro separador de orina

Sin embargo, para retornar las heces a los suelos hace falta *un segundo paso de tratamiento* que puede ser efectuado a través de un proceso de compostaje (junto con desechos orgánicos) o agregando aditivos como urea o cal viva, acompañado de un almacenamiento adicional del producto.

En el caso del compostaje, el tiempo de almacenamiento total recomendado depende de la temperatura, variando de año y medio a dos años en áreas donde la temperatura llega hasta 20°C; y un año donde llega hasta 35°C. Durante el proceso de compostaje el material orgánico está descompuesto bajo ciertas condiciones requeridas en cuanto a contenido de oxígeno, humedad y relación de los nutrientes carbón y nitrógeno. El tratamiento con aditivos sube el pH del material secado por encima del grado 9. Este proceso requiere un tiempo total de almacenaje de al menos seis a doce meses para eliminar la mayoría de microorganismos patógenos (Winblad, y Simpson-Hébert, 2004). Sin embargo, para conseguir un producto completamente estéril se puede aplicar un proceso secundario como la incineración o carbonización de las heces.

La orina, separada a través del diseño especial del eco-inodoro (ver Foto 4), contiene poca contaminación microbiológica, lo que permite su reutilización directa como fertilizante líquido. Si no se piensa en reutilizarla, existe la opción de tratarla junto con las aguas servidas generadas por la vivienda o verterla a lechos de secado sembrados con plantas.

2.2.2 Prácticas adecuadas de higiene para prevenir enfermedades

Cada enfoque apropiado de saneamiento (sea EcoSan o convencional) debe tomar en cuenta campañas de educación para el cambio de hábitos y fomento de prácticas adecuadas de higiene.

En cuanto a instalaciones físicas, el sistema EcoSan prevé un lavamanos en el baño para evitar la transmisión de enfermedades por vía oral-fecal.

2.3 Orina y heces como fuentes de nutrientes reciclables

La orina tiene un alto contenido en nutrientes, tales como nitrógeno, fósforo y potasio; las heces humanas están constituidas mayormente de material

orgánico como fibras de carbón, pero contienen también nutrientes. Después de la eliminación de microorganismos patógenos, las heces seguras pueden ser incorporadas al suelo para aumentar el porcentaje de nutrientes y mejorar la capacidad de almacenaje de agua. La orina podría ser aplicada como fertilizante líquido, puesto que los nutrientes contenidos son fácilmente disponibles para plantas. Utilizando los nutrientes para mejorar la calidad de los suelos se puede contribuir a ahorrar en fertilizantes artificiales. A su vez, la disposición de los nutrientes en los suelos para el consumo de plantas disminuye la contaminación del agua subterránea, de aguas superficiales o fuentes de agua potable.

2.4 El recurso agua: conservación y protección del medio ambiente

El concepto EcoSan considera los flujos de agua como recursos valiosos —no como desperdicios— que hay que conservar y reutilizar de manera tal que no contaminen el medio ambiente y que sus beneficios sean maximizados.

2.4.1 Reducción del consumo de agua potable

El concepto EcoSan no requiere de agua para el transporte de las excretas humanas desde la vivienda hasta el sitio final de tratamiento o disposición. Esto implica un ahorro considerable de agua potable, jugando de esta manera un rol importante en zonas de escasez del recurso hídrico, pues ayuda a conservarlo.

2.4.2 Aguas grises: menor volumen y menor grado de contaminación

Como consecuencia de la reducción del consumo de agua potable, se disminuye el volumen de aguas servidas por vivienda.

En un sistema EcoSan no se generan aguas negras (aguas servidas mezcladas con excretas) sino solamente aguas grises, que son las aguas servidas provenientes de la cocina, ducha, lavamanos y lavadero de ropa. Las aguas grises muestran menos contaminación que las aguas negras, y por la ausencia de heces deberían estar libres de contaminación fecal. Sin embargo requieren de sistemas de recolección y tratamiento adecuados antes de su vertido al medio ambiente, infiltración al subsuelo o reutilización debido a la contaminación causada por restos de comida, grasa, detergente, etc.

Siguiendo el principio de la prevención de la contaminación, se instalan filtros o trampas dentro del lavatorio de la cocina y ducha para la retención de sólidos. Para áreas concentradas de alta densidad poblacional como en las zonas peri-urbanas de Lima, donde además el consumo de agua potable y la descarga de aguas grises de las viviendas son considerables, existen diferentes métodos de tratamiento. Un tratamiento posible es la instalación de una trampa de grasa a nivel de la vivienda para evitar la obstrucción de las tuberías de recolección, un pre-tratamiento mediante un tanque séptico seguido por un humedal artificial o “biofiltro” (filtro biológico que contiene un lecho de medio filtrante de grava y está sembrado con plantas de pantano).

Tal sistema, bien operado, permite el reuso de las aguas grises tratadas para el riego de jardines, parques y cultivos que no son consumidos crudos. En Lima y toda la costa peruana existe alta demanda de agua para riego debido al clima árido.

3 - La importancia de aspectos socio-culturales para la sostenibilidad

El hecho de que el concepto EcoSan implique el manejo de las excretas humanas por los usuarios y el reuso de las excretas en la agricultura, no es fácil de aceptar para mucha gente. Además, eco-inodoros y otras tecnologías EcoSan se distinguen de inodoros comunes y requieren de una serie de nuevos hábitos de los usuarios. Es por eso que proyectos sostenibles necesitan ser sensibles a la cultura local y deben incluir un fuerte componente de promoción, educación sanitaria y capacitación. Esta campaña debe integrar tanto a los usuarios del sistema (a partir de visitas personalizadas) como a las autoridades locales para lograr un alto grado de aceptación del sistema. Para facilitar el manejo de las excretas a los usuarios, pequeños proveedores privados podrían apoyar en la recolección de las heces secadas y la orina, en el transporte del material al sitio de tratamiento secundario y en el propio tratamiento y mercadeo y venta del producto final como mejorador de suelo.

3.1 Participación de usuarios y autoridades

Durante el diseño y la implementación del proyecto, la población y las autoridades deben participar en la toma de decisiones para asegurar que la población se apropie de las instalaciones. Es necesario tomar en cuenta la opinión y las necesidades particulares de las mujeres, ya que ellas son las responsables de la provisión del agua, la higiene y la preparación de la comida dentro de la familia y, por lo tanto, las que transmiten nuevos hábitos a sus hijos.

Ofrecer varias opciones del eco-inodoro, del módulo sanitario y sus accesorios en términos de materiales, acabado, etc., permite al usuario su propia selección en función de sus capacidades económicas. Los subsidios deberían ser limitados y similares para todos los usuarios, para que de esta forma se evite la preferencia de los usuarios no convencidos de la tecnología e impedir conflictos entre la población.

3.2 Seguimiento de proyectos para mejorar la calidad

Es indispensable un adecuado seguimiento del proyecto después de su implementación para garantizar el uso correcto del eco-inodoro, revisar las actividades de operación y mantenimiento, averiguar el grado de aceptación del sistema y tomar en cuenta recomendaciones de la población y autoridades para su mejoramiento.

Altos grados de sostenibilidad y aceptación del sistema EcoSan se expresarían por la demanda de sus sistemas, la replicación espontánea de la población y la reutilización de las heces secadas en la agricultura.

4 – Experiencias ECOSAN en el mundo (Winblad & Simpson-Hébert, 2004).

En Suecia se usan baños ecológicos en casas de campo desde hace más de 50 años; en **Noruega** se usa un modelo con una cámara cilíndrica rotatoria, instalada en 1973. Desde estos países europeos la tecnología se difundió a muchas naciones del mundo.

El clásico ejemplo del concepto de saneamiento ecológico es el baño de doble cámara vietnamita. Este baño ha sido usado en el norte de **Vietnam** y difundido ampliamente por más de 25 años en otros países como China y México. El baño vietnamita consiste en dos cámaras procesadoras de un volumen de 0.3 m³ cada una (80x80x50cm). El baño es construido sobre el nivel del suelo, descansando sobre un piso de concreto, ladrillos o arcilla. Las cámaras están cubiertas con una tapa que contiene dos orificios, descansos para pies y una canaleta para separar la orina. Cada cámara contiene una abertura lateral de 30x30cm para extraer el material deshidratado.

Las personas depositan las excretas en una cámara hasta que ésta se llene. Antes del primer uso se cubre el piso con tierra con el fin de absorber la humedad de las heces y evitar que se adhieran al piso. En cada visita se vierten dos tazas de cenizas sobre las heces para absorber humedad, neutralizar malos olores y alejar a las moscas. Las orinas son recolectadas por un canal y almacenadas en un recipiente. Los papeles higiénicos son arrojados a una caja para luego ser incinerados. La primera cámara puede ser usada entre cuatro a cinco meses para una familia de cuatro a seis personas. Cuando la cámara está dos tercios llena, el resto es cubierto con tierra seca y sellada; luego la segunda cámara comienza a operar. Cuando ésta se encuentra por llenarse, la primera cámara es vaciada y su contenido usado como fertilizante.

En **Guatemala**, una versión modificada de la vietnamita, la Letrina Abonera Seca Familiar (LASF), fue introducida en 1978. Desde entonces se han instalado eco-inodoros en otros países de América Central. En **México** este sanitario se llama “Sanitario Ecológico Seco” (SES) (Experiencias desarrolladas por César Añorve en Cuernavaca y Ron Sawyer en Tepoztlan). Igual que el baño vietnamita, el SES consiste en dos cámaras construidas sobre el terreno, pero cada una de un volumen de 0.6 m³. Una familia de cinco a seis personas produce casi 0.5 m³ de material deshidratado. La experiencia de más de 25 años de uso de dobles cámaras vietnamitas en América Central y México es positiva. Adecuadamente operadas no presentan olores ni moscas en el baño.

En **África** se han instalado diferentes tipos de tecnologías EcoSan, tanto en países como Kenia, Mozambique, Zimbabwe, Uganda como en Tanzania, Etiopía y África del Sur, entre otros. Modelos simples incluyen letrinas ventiladas con caseta móvil: las excretas son depositadas en un hoyo de poca profundidad para su compostaje. Se vuelven a usar las excretas compostadas para la agricultura o simplemente se planta un árbol de frutas en el sitio de la letrina. Modelos más sofisticados tienen separador de orina y un contenedor para el depósito de las heces, que periódicamente se llevan a un centro de compostaje.

Las experiencias en los países africanos (WSP, 2005) han demostrado que el uso continuo de estas letrinas muchas veces depende de actitudes culturales de la gente hacia el manejo de las excretas. El reuso de las heces en la agricultura depende también de los hábitos y las condiciones económicas locales. En zonas donde la fertilidad de los suelos es buena, la población difícilmente acepta el nuevo comportamiento; sin embargo, existe experiencia positiva de reuso de excretas, después de haber convencido a la gente de la calidad del producto. Además se ha aprendido que la aplicación de subsidios muy altos aumenta substancialmente el número de instalaciones tipo EcoSan, pero en muchos casos no logra soluciones sostenibles a largo plazo. Asimismo, es importante que los usuarios puedan seleccionar la tecnología según su preferencia personal y sus capacidades económicas.

5 - Regulación

Con respecto a las normativas existentes que regulan la utilización de las excretas en agricultura, se pueden mencionar:

- USEPA (United States Environmental Protection Agency, 1999), se refiere al uso de lodos cloacales, que provienen de plantas de tratamiento, y establecen para uso irrestricto un límite de <1 huevo de helminto viable/4g de materia seca.
- En Argentina, ha sido promulgada la Resolución 97/2001 (Ministerio

de Desarrollo Social y Medio Ambiente, 2001) sobre el uso y disposición final de los biosólidos, basada en las normas de USEPA. En la **Tabla 1** se indican los valores límites establecidos en la legislación nacional.

Tabla 1 - Criterios microbiológicos de aptitud para uso agrícola de biosólidos, en Argentina. MS: Materia Seca

Parámetro	Legislación Nacional
<i>Escherichia coli</i>	<1000 NMP/g MS
Huevos de helmintos	<1/4g MS
<i>Salmonella</i>	<3 NMP/4g MS

La Organización Mundial de la Salud (OMS) en el 2006 publicó por primera vez en 4 volúmenes las “Guidelines for the Safe Use of Wastewater, Excreta and Greywater” (Guías para el uso seguro de líquidos cloacales, excreta y aguas grises); en el volumen IV: Excreta and Greywater use in Agricultura (uso de excreta y aguas grises en agricultura), recomienda los límites que figuran en la **Tabla 2**.

Tabla 2 – Valores guía para monitoreo de sistemas de tratamiento de aguas grises, excreta y lodo cloacal para uso en agricultura.

	Huevos de Helmintos	<i>Escherichia coli</i>
Heces tratadas y lodo cloacal	< 1/g ST	< 1000/g ST
Aguas grises para uso en:		
Irrigación restringida	< 1/L	< 10 ⁵ ^a (cuando la exposición es limitada o el recrecimiento es probable).
Irrigación no restringida	< 1/L	< 10 ⁴ (para cultivos de hoja de alto crecimiento o para irrigación por goteo).

^a este valor es aceptado debido al potencial recrecimiento de la E. coli y otras coliformes fecales en las aguas grises.

En los países en desarrollo, las infecciones por helmintos son de gran preocupación. Los huevos de *Áscaris* y *Taenia* son muy persistentes en el ambiente y por eso se los considera como un indicador de la calidad higiénica (OMS, 2006).

6 - Impacto sobre sectores socio-económico y productivo

La implementación de alternativas ecológicas de saneamiento a través de la instalación de baño seco y jardín de aguas grises o humedales permite que los nutrientes presentes en excretas y aguas de lavadero y cocina, retornen al suelo fertilizándolo, luego de un adecuado tratamiento y sanitización. Dichas alternativas son de relevancia para disminuir el impacto negativo que provoca la descarga de líquidos cloacales en recursos hídricos, evitando el riesgo de transmisión de enfermedades y produciendo un importante ahorro de agua potable, especialmente en aquellos lugares donde es escasa. Es decir, son sistemas menos contaminantes y más económicos. Lógicamente estas alternativas ecológicas no podrán llevarse a cabo en ciudades donde ya existen sistemas convencionales de transporte y tratamiento de los líquidos cloacales pero, sin embargo, podrán ser aplicados tanto en zonas donde existen asentamientos precarios, como en nuevas urbanizaciones, en barrios privados, en complejos de viviendas que se construyan para vacacionar, en campings, en refugios de alta montaña, etc. En nuestro país, donde los servicios de saneamiento sólo alcanzan a un tercio de la población, podría difundirse este sistema ecológico, ya expandido en algunos países industrializados y en otros en vías de desarrollo. No obstante hay que seguir investigando cuándo se produce la inactivación de los patógenos, requisito indispensable para el uso agrícola de las excretas. Esta información podría ser tomada como referencia para complementar las actuales Guías para el uso seguro de aguas residuales, excreta y aguas grises de la Organización Mundial de la Salud (WHO, 2006), basadas en datos obtenidos en excretas colectadas y tratadas en otras condiciones, no en baño seco.

7 - Impacto sobre las áreas disciplinares o campos de aplicación

En nuestro país no hay experiencia suficiente en el uso de baños secos, por lo que habría que mostrar las ventajas que esta alternativa de saneamiento ecológico tiene y así poder difundirlas para que sean aplicadas en todos aquellos asentamientos donde no existen redes cloacales y donde los pozos sépticos son un problema serio de contaminación de aguas subterráneas tanto por la profundidad de las mismas como por la calidad de los suelos cuya permeabilidad permite que los contaminantes lleguen a las napas. La utilización de las alternativas ecológicas de saneamiento en países desarrollados se ha ido incrementando en la última década. En dichos países estos sistemas son aceptados como una solución para preservar el medio ambiente; en nuestro país, además de ese objetivo se debe considerar otro de mayor relevancia, que es el de prevenir la transmisión de enfermedades de origen hídrico, problema que prácticamente no existe (o es muy escaso) en países desarrollados.

Referencias

- BRUNDTLAND, G.H., *et al.*, (1987). Our Common Future, Report of the World Commission on Environment and Development (Nuestro futuro común, informe de la Comisión Mundial sobre Medio Ambiente y Desarrollo). Oxford University Press, Oxford, Reino Unido.
- CONSEJO COLABORATIVO MUNDIAL PARA EL AGUA Y SANEAMIENTO WSSCC (por sus siglas en inglés), (2000). VISION 21: A shared vision for hygiene, sanitation and water supply and a framework for action (Una visión compartida sobre higiene, saneamiento y abastecimiento de agua y un marco para la acción). Memorias del Segundo Foro Mundial sobre el Agua, La Haya, 17–22 de marzo 2000. Ginebra, Suiza. <http://www.wsscc.org/>).
- CUMBRE MUNDIAL DE LAS NACIONES UNIDAS SOBRE EL DESARROLLO SUSTENTABLE, (en inglés WSSD - <http://www.un.org/events/wssd/>).
- DEL PORTO, D y STEINFELD, C. (2000). The Composting Toilet System Book. The Center for Ecological Pollution Prevention (CEPP), Concord, Massachusetts 01742-1330.
- ESREY, S.A., GOUGH, J., RAPAPORT, D., SAWYER, R., SIMPSON-HÉBERT, M., VARGAS, J. y WINBLAD, U. (1998). Ecological Sanitation. Swedish International Development Cooperation Agency, Stockholm, Sweden.
- ESREY, S; ANDERSSON, I; HILLERS, A; SAWYER, R. (2000). Cerrando el Ciclo. Publicaciones Recursos Hídricos N° 18. PNUD, UNICEF, Water Sanitation Program, ASDI, PAHO.
- ESREY, S.A., J. GOUGH, D. RAPAPORT, R. SAWYER, M. SIMPSON-HÉBERT, J. VARGAS, y U. WINBLAD. (2001a). Saneamiento Ecológi-

co. Segunda Edición. Agencia Sueca de Cooperación Internacional para el Desarrollo, México.

- OMS, (2006). GUIDELINES FOR THE SAFE USE OF WASTEWATER, EXCRETA and GREYWATER, 4 VOLÚMENES.

- PNUMA (Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente), (2001). Las Aguas Residuales y Municipales como Fuentes de Contaminación de la Zona Marítimo-Costera en la Región de América Latina y el Caribe. Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente en su Oficina de Coordinación del Programa de Acción Mundial para la Protección del Medio Marino frente a las Actividades Realizadas Tierra (PAM) y en su Oficina Regional para América Latina y el Caribe (ORPALC), México.

- RESOLUCIÓN 97/2001 (Ministerio de Desarrollo Social y Medio Ambiente, 2001).

- PNUD – PROGRAMA DE LAS NACIONES UNIDAS PARA EL DESARROLLO. (2006). Saneamiento Ecológico. Lecciones aprendidas en zonas periurbanas de Lima. CENCA – Instituto de Desarrollo Urbano; WSP – Water and Sanitation Program.

- SAWYER R.; BUENFIL FRIEDMAN A. y DELMAIRE A. (2003). Recomendaciones para la toma de decisiones relacionadas al saneamiento básico y a los servicios municipales de Aguas residuales en América Latina y el Caribe. Versión 1.1.

- SCHÖNING, C. *et al.* (2002). Faecal contamination of sources-separated human urine based on the content of faecal sterols. *Water Research*, 36(8):1965-1972.

- UNICEF (2006). Sitio en Internet http://www.wssinfo.org/en/15_WHO_UNICEF.html.

- UNITED NATIONS (UN). (2008). Objetivos de desarrollo del Milenio – Informe 2008. Sitio en Internet: <http://www.un.org>.
- USEPA (1999). Environmental Regulations and Technology. *Control of Pathogens and Vector Attraction in Sewage Sludge*, Appendix F - EPA/625/R-92/013 - Office of Research and Development.
- VINNERAS, B. (2002): *Possibilities for Sustainable Nutrient Recycling by Faecal Separation Combined with Urine Diversion*. Phd.Thesis, Uppsala: Swedish University of Agricultural Sciences. 88 pp.
- WHO (2006) Guidelines for the Safe Use of Wastewater, Excreta and Greywater.
- WINBLAD, U. y SIMPSON-HÉBERT, M. (eds), (2004): *Ecological Sanitation. Revised and enlarged edition*. Stockholm Environmental Institute, Sweden. 141 pp.

Pensar el agua desde las estrategias de comunicación

Sergio Mogliati.

Facultad de Ciencias Sociales, Universidad de Buenos Aires

s.mogliati@proxar.com.ar

Este artículo se compone de tres partes. En la primera (*La necesidad de comunicar*) se plantean algunas cuestiones generales sobre la comunicación como proceso de circulación de ideas en una sociedad y se plantea la expresión de un conflicto a partir de las deficiencias en el proceso de comunicación.

En la segunda parte (*El agua en la ciudad*), se analiza la gestión del agua urbana y las transformaciones que se han producido en ella, especialmente a partir de mediados del siglo XX, que generaron las condiciones para que la comunicación sea considerada actualmente como una herramienta para el manejo del agua.

La tercera parte (*Comunicación para la gestión del agua*) está enfocada específicamente a describir los principales desafíos comunicacionales (que también llamamos *culturales* o *simbólicos*) que están involucrados en la gestión del agua en general, y del agua urbana en particular.

La necesidad de comunicar

a. La expresión del conflicto:

En la gestión del agua, la *necesidad de comunicar* conlleva siempre la aceptación de un defasaje: la agenda de los técnicos y la agenda social se nutren de ideas que, en el mejor de los casos, no son del todo coincidentes y, en el peor, son totalmente contrapuestas. Las decisiones políticas pueden estar en un salomónico punto intermedio, aunque con mayor probabilidad están más cerca de uno de los polos, dependiendo de la atención social que

haya deparado el tema. Dicho defasaje se expresa en un *conflicto*, entendiéndose por tal algún grado de disputa, que no necesariamente se formula en términos de una protesta que tome estado público.

Desde los puntos de vista político, ético y económico, el rol de la comunicación debe ser **aportar instrumentos que permitan lograr metas de equidad social y ambiental**, tanto en la asignación de los recursos disponibles como en la distribución de los costos y beneficios y, por lo tanto, reducir el grado de conflictividad. Pero recurrir a la comunicación cuando los conflictos sobre un tema ya se han expresado en una comunidad, significa, en primer término, que se ha comenzado tarde: las ideas¹ que circulan en una sociedad tienen un ciclo de vida –nacen, se reproducen y mueren (Figura 1)- y su capacidad de reproducción dependerá de encontrar las condiciones adecuadas para hacerlo. Una de estas condiciones es la falta de estrategias de intervención pública por parte de los organismos de gestión, lo que genera una especie de *vacío* (de hoja en blanco) que es llenado con discursos que no siempre persiguen metas de equidad o que se contraponen a las estrategias de una gestión, por lo que, luego, será necesario confrontarlos.

Por lo tanto, *si hay un conflicto que ya está expresado es porque estamos en una etapa de reproducción avanzada de ciertos imaginarios sociales*, y en general, es a partir de ese momento en el cual los organismos de gestión se plantean algún tipo de estrategia de intervención pública sobre el tema.

En la Figura 1 se representan algunos ejemplos del ciclo de vida de distintos temas sociales, en función de las variables *Intensidad y Tiempo*:

1. En general, los temas que involucran a una gestión son de baja intensidad, no tienen *picos* (puntos culminantes del conflicto). Habitualmente, un tema se dirige sin generar mayores conflictos y sin acaparar la mirada de la prensa o de grupos sociales relevantes.

1- En este artículo utilizaremos los conceptos de ideas, imaginarios o discursos como equivalentes.

2. En este caso, el conflicto va creciendo en intensidad hasta un cenit (representado por el círculo negro), lo que implicará, como mínimo, una redefinición de la estrategia de alguna de las partes.

3. En este caso se trata de un esquema típico de situación de crisis, provocado por un detonante puntual (una decisión gubernamental, el anuncio de una obra, una catástrofe, etc.). El cenit llega rápidamente.

En todos los casos, la extensión de la *meseta* (mantenimiento en vigencia) y la intensidad del conflicto están determinadas por tres factores: la capacidad de los distintos actores involucrados (recursos disponibles, capacidad de influencia, llegada a los medios, etc.), por las propias características del tema **para atraer la atención de** la opinión pública y por las estrategias implementadas desde la gestión. El área sombreada indica el periodo crítico en el que un proyecto puede fracasar, arrastrar a los responsables visibles o requerir cambios drásticos en la estrategia de alguna de las partes.

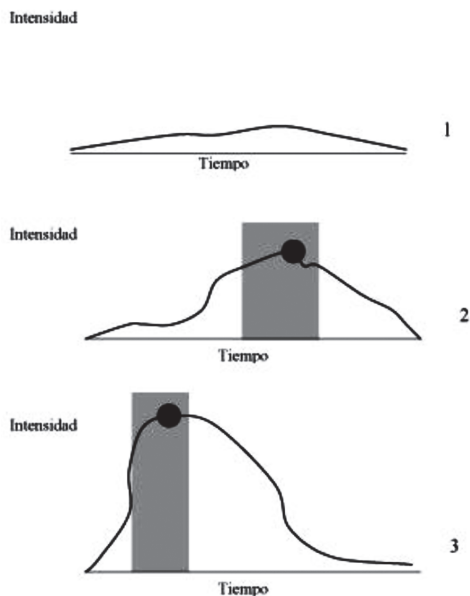


Figura 1: Ciclo de vida de los temas sociales

b. La comunicación como proceso:

Los discursos sociales deben entenderse como un proceso conjunto de *construcción de sentido*² y no como una secuencia lineal. Es decir, se trata de una **red de significaciones múltiples**, de donde los distintos actores³ toman algunas de esas significaciones –e ignoran otras– a partir de las cuales se construyen nuevos discursos (Verón, 1988).

Estamos aquí cuestionando un concepto popularmente muy arraigado de la comunicación, que se entiende como la circulación lineal de información desde un *emisor* hacia un *receptor*, según el esquema clásico:

E (emisor) → M (mensaje) → R (receptor).

Se suele complejizar este esquema incluyendo el “Ruido”, entendiéndolo como aquellos factores que dificultan el entendimiento entre el emisor y el receptor.

Si bien este esquema ha sido útil, por ejemplo, en la teoría matemática de la información⁴, no es aplicable a la realidad social en la que, como ya se expuso, las significaciones se construyen de manera más compleja.

Por lo tanto, no es posible determinar el inicio de un proceso comunicacional a partir de la emisión de un mensaje. Las estrategias de intervención que deben desplegar los organismos político-técnicos de gestión del agua

2 - Con construcción de sentido nos referimos a que los modos en que son interpretados los discursos de cualquier tipo (visuales, lingüísticos, artísticos, etc.) son producidos social e históricamente, es decir, son siempre producto de relaciones sociales, condiciones históricas y un orden cultural específico. Por esa misma razón, están siempre reconstruyéndose y cambiando: no hay un sentido dado de las cosas que permanezca en el tiempo. La construcción de sentido es siempre un proceso. Este concepto se opone a la idea de que existen signos naturalmente dados, o modos naturales de interpretar signos y discursos.

3 - Actores o grupos sociales. Nunca se trata de decisiones individuales.

4 - Desarrollada a fines de los años '40 por Claude Shannon, ha tenido una fuerte influencia en los desarrollos posteriores de las tecnologías de la información. El modelo propuesto por Shannon trata de determinar la forma más económica, rápida y segura de transmitir un mensaje y estipula que la cantidad de información contenida en un mensaje es un valor matemáticamente medible.

deben desarrollarse desde el inicio mismo de cualquier proceso, especialmente los que se presuponen de mayor complejidad, de modo tal de aportar ciertas bases sobre las cuales se desarrollen los discursos sociales sobre un tema, en vez de reaccionar ante la emergencia del conflicto.

Si, efectivamente, la comunicación aparece tardíamente, se le deberán asignar objetivos más estrechos (básicamente los derivados de las necesidades de la coyuntura), los costos serán más elevados, aumentará el grado de incertidumbre sobre los resultados y se diluyen los objetivos políticos, éticos y económicos que mencionamos.

Es importante destacar que la construcción de sentido no es exclusiva del estado, ni de los medios, ni de cualquier otro actor social. Hemos dicho que se trata de un proceso *conjunto* donde intervienen –en distinta medida– todos los actores involucrados en un tema. Las ideas que circulan en una sociedad no se construyen a partir de la transferencia de saberes desde los técnicos (poseedores de un saber) hacia los ciudadanos comunes (que no disponen de ese saber), si no que son, por el contrario, un problema de construcción de sentido (de imaginarios sociales) en el que participan múltiples actores. Quizás el defasaje mencionado al inicio de este texto pueda explicarse porque **las áreas de gestión han resignado con frecuencia el rol de co-construtores de las ideas sobre el agua que circulan en una sociedad.**

A pesar de que el estado no es el único que puede promover imaginarios sobre el agua, es verdad que es el actor con mayor capacidad para hacerlo, ya sea por disponer del imperio de la ley, por la magnitud de los recursos disponibles y por la variedad de temáticas sobre la que ejerce sus funciones. Pero estas ventajas tienen una contrapartida: el estado es un organismo más complejo (no es unívoco, expresa varias lógicas distintas dentro de él) y el manejo de los tiempos –esencial en comunicación– muchas veces es un obstáculo importante. Por el contrario, los grupos sociales tienen una lógica de actuación menos burocrática, en general tienen competencias adquiridas en el ámbito de la comunicación y la prensa suele ser más permeables a sus demandas que a la *voz oficial* del estado.

c. Las herramientas de comunicación:

Es frecuente considerar la comunicación como una serie muy limitada de herramientas de difusión, cuya eficiencia dependería del tamaño del cartel o de la frecuencia de su repetición⁵. Si nos manejamos con este tipo de concepción sobre la comunicación **algunos problemas quedarán fuera del análisis y, por lo tanto, se restringen las posibilidades de planificar adecuadamente diferentes estrategias en este terreno.**

Cualquier actor social (como un organismo público o una empresa) no sólo comunica por lo que él llama explícitamente *comunicación*, sino también por todas las interfaces que están en contacto con el público⁶, que son pasibles de ser planificadas desde la comunicación, como la gestión comercial, la puesta en escena de las obras, etc. Por otra parte, es conveniente considerar herramientas de comunicación más focales que las clásicas de difusión (medios, cartelera, etc.), como por ejemplo eventos, talleres, intervención del espacio público, entre muchas otras.

Es importante comprender que una campaña no comienza ni termina según la voluntad de un organismo de gestión: las ideas que la población elabora sobre un tema están ancladas en un proceso más vasto, donde una campaña puntual es sólo un hito —a veces de poca monta— en el proceso de construcción de un imaginario social.

5 - En un edicto del siglo XVI sobre regulación de las aguas de desecho, el rey Francisco I dice “que todas estas ordenanzas se hagan públicas al son de la trompeta y a voz en grito, y que además sean encoladas en un tablero escrito en pergamino, *en todos los barrios* de París y sus alrededores, *en letra grande*, con el fin de que sean conocidos y oídos por *todos*” (las itálicas son nuestras) (Laporte, 1998). Todavía en el siglo XXI se suele concebir la eficacia de la comunicación en términos del tamaño de la letra en vez de pertinencia de una estrategia, y considerando el flujo de la misma *desde arriba hacia abajo*, desde un emisor *activo* hacia un receptor *pasivo*.

6 - Por ejemplo, una compañía de agua que no repara —o que no da muestras de preocupación— por una pérdida en la vía pública está comunicando su falta de interés en el cuidado del agua, contradiciendo sus propias campañas de promoción del uso responsable del recurso. En este caso, el mensaje contenido en la inacción *anula* el mensaje explícito que la compañía desea comunicar.

7 - Si bien intervienen factores psicológicos, estos *filtros* son una construcción colectiva, por grupo socio-cultural.

Por último, en un mundo saturado de mensajes, **es fundamental considerar las barreras que la población ha generado respecto de la comunicación**, una especie de mecanismo adaptativo de defensa. Ya no podemos presuponer un público *cautivo* a la *palabra autorizada* (como en el ejemplo de la nota 5) sino, por el contrario, debemos presuponer que los mensajes, para llegar a un destinatario, deben pasar por el *filtro* que elabora cada grupo social⁷ frente a la proliferación de mensajes. La principal función de la planificación en comunicación es trabajar en la transformación de esos filtros o barreras para lograr que un mensaje pueda ser expresado y vehiculado de manera tal de contar con mayores probabilidades de alcanzar un objetivo con relativo éxito.

El agua en la ciudad

La gestión integrada:

Mientras el agua fue considerada como de disponibilidad prácticamente infinita fue administrado separadamente por usos (navegación, agricultura, agua potable, hidroelectricidad, etc.), sin que se tuviera en cuenta la interrelación entre ellos y, por lo tanto, sin considerar al agua como un área de gestión específica (Cano, 1969).

De esa visión decimonónica del agua surgieron dos características importantes para el sector:

La normativa sectorial (en primer lugar para navegación y riego, y más tarde para los demás usos).

→ La gestión desde la oferta, garantizando la infraestructura y los medios mecánicos para su provisión (y/o evacuación).

El vertiginoso aumento de la población mundial, sumado a una profundización del consumo como política global para afrontar la crisis de posguerra, pusieron en evidencia los problemas asociados a un recurso finito y vulnerable como el agua y la necesidad de desarrollar herramientas para lograr un manejo más adecuado.

En los años '40 y '50 del siglo pasado, una serie de reuniones a nivel internacional, promovidas por la reciente creada Organización de las Naciones Unidas, a través de sus organismos específicos, como la UNESCO o la FAO, comenzaron a enfocar el tema desde nuevas perspectivas: dado que la presión sobre el recurso era mayor, y cuya disponibilidad comenzaba a considerarse como limitada, se recomendaba administrar el agua desde la perspectiva misma del recurso, considerándolo en su integralidad, y no en forma parcializada desde los diferentes usos, considerando a la cuenca como la unidad óptima de gestión (UN, 1958).

Se generaron así distintas iniciativas que buscaron, por un lado, aumentar el conocimiento disponible sobre el agua (como el Programa Hidrológico Internacional) y, por otro, generar o consolidar nuevas formas de gestión que permitieran arribar a sistemas más eficientes en el manejo del agua.

De esta manera se consolidó el concepto de cuenca como un ámbito propicio para gestión del agua y de los recursos naturales hasta convertirse en uno de los principales consensos en el sector (Dourojeanni y Jouravlev, 2002), lo que implica poner en primer plano la *interrelación* que el agua tiene con todos los componentes de un ecosistema (Pochat, 2008). La interrelación es la base de un modelo teórico que es actualmente aceptado globalmente: la Gestión Integrada de los Recursos Hídricos (GIRH), cuya definición más extendida es la siguiente:

“La GIRH se puede definir como un proceso que promueve la gestión y el desarrollo coordinados del agua, la tierra y los recursos relacionados, con el fin de maximizar el bienestar social y económico resultante de manera equitativa, sin comprometer la sostenibilidad de los ecosistemas vitales” (GWP, 2000).

Como puede observarse, el concepto de GIRH es muy amplio, a pesar de lo cual existen dificultades teóricas para su aplicación en el área urbana, que utiliza sólo un 5% del total de agua⁸.

Para aplicar este concepto a la gestión del agua en las ciudades debemos partir de un dato concreto: en el medio urbano, el agua deja de ser la sustancia que, por excelencia, está en relación con todos los factores de un ecosistema para convertirse en una mercancía que transita encauzada por tuberías en un sistema que -entre las dos plantas al inicio y al final del proceso que modifican su calidad- puede considerarse como cerrado.

Efectivamente, tanto el agua de consumo como el agua residual que finalmente es volcada a un cuerpo receptor, son dos productos industriales⁹, y es ese producto el que transita por las tuberías, teniendo su punto de contacto con un cuerpo natural más allá de los sistemas de entrada y salida, siempre lejos de la experiencia (y de la mirada) de la ciudadanía, dado que la invisibilidad es, justamente, una de las variables de diseño¹⁰.

Por otra parte, la GIRH presupone a la cuenca como el ámbito idóneo de gestión, mientras que las tuberías urbanas -al menos en áreas de baja pendiente- ignoran los límites de cuencas, siendo la norma que el fluido sea trasvasado de cuenca en cuenca desde el origen y hasta el destino prefijado por los planificadores. Varias de las grandes ciudades argentinas del litoral, comenzando por Buenos Aires, son un buen ejemplo de lo dicho.

b. Los usuarios entran en escena:

El sistema moderno de gestión del agua urbana, que cuenta con una compleja infraestructura y gran desarrollo organizacional, nació a mediados

8 - Según el Programa Mundial de Evaluación de los Recursos Hídricos. El agua: una responsabilidad compartida (2º informe), UNESCO, 2006. Subrayamos que este porcentaje no presenta diferencias significativas entre grupos de países, a diferencia de los otros 2 usos importantes: el agrícola y el industrial.

9 - Para el agua residual nos referimos a la transformación de calidad antes de su volcado a un cuerpo receptor (tratamiento). Si bien la mayor proporción del agua residual en nuestro país no recibe tratamiento alguno, sí podría recibirlo en el futuro.

10 - La invisibilidad del desecho cloacal y demás inmundicias, que definían el paisaje de las ciudades anteriores al siglo XIX constituye un movimiento más amplio en el que la vista pasa a ser el sentido más importante en la percepción humana, y la eliminación del olor su correlato inevitable. *Lo bello no huele*, decía Kant (Laporte, 1998).

del siglo XIX y fue engendrado a la luz de las ideas higienistas, como culminación de un largo proceso de individualización de las prácticas sociales, de fortalecimiento de la esfera privada por sobre la pública, en el que la higiene ha cumplido un rol fundamental (Laporte, 1998).

Pero el sistema sanitario no nació precisamente como un mecanismo de *gestión* del recurso, sino como una herramienta de salud pública. En sus orígenes, el sistema incluía otros componentes que paulatinamente fueron reasignados a operadores distintos a los del servicio sanitario (como la evacuación de excedentes hídricos), incluyendo incluso servicios que poco tienen que ver con el agua, como la recolección de residuos sólidos o la pavimentación de calles (Tartarini, 1999).

En sus orígenes los servicios urbanos del agua fueron gestionados a través de la oferta: a mayor necesidad de agua, el sistema ofertaba la cantidad necesaria para cubrir la demanda; a mayor necesidad de redes de saneamiento o de desagües pluviales, mayores obras para responder a esa demanda. Pero la demanda en sí no era un tema de análisis y menos de intervención. El desafío consistió en proveer agua en cantidad y calidad necesarias para la vida de las ciudades y conducir los desechos líquidos, ya sean de origen pluvial o cloacal, dándoles un destino adecuado para garantizar tanto la salud humana como el desarrollo de la vida en superficie.

El modelo de gestión de la oferta es la respuesta basada en la obra de infraestructura, mientras que gestionar la demanda es un problema de índole distinta, básicamente social, que debe promover determinados tipo de conductas y usos a partir de herramientas no estructurales.

Las tecnologías constructivas y el conocimiento hidráulico estaban maduros a mediados del siglo XIX para encarar la tarea, los conocimientos sobre la etiología de las enfermedades que se proponían combatir se desarrollaron algunas décadas más tarde (Hamlin, 1998) y los problemas sociales –como una instancia precisa a abordar– aparecen recién en las últimas décadas del siglo XX.

Las ideas prevalecientes en la época le dieron al sistema otras características particulares que nos interesa resaltar, dado que terminan de configurar el modelo de gestión de la oferta que hemos señalado: una mirada clasista sobre la enfermedad¹¹, por la cual los pobres fueron los destinatarios de la higiene pública, y un enfoque verticalista, desde las clases dirigentes hacia abajo en la escala social, considerando al usuario como un receptor pasivo de los servicios (Paiva, 2006).

La gestión del agua urbana exclusivamente desde la oferta es hoy insostenible, y ha sido puesta en crisis desde dos frentes: por necesidades operativas y por demandas sociales.

El aumento de la población, la mayor concentración urbana, el consecuente crecimiento de las áreas impermeables, la vulnerabilidad de las fuentes, una legislación ambiental más exigente, las competencias por el uso del recurso, la mayor demanda global de agua para diferentes usos y las limitaciones de la propia infraestructura para responder a cualquier demanda, llevaron a los operadores a poner atención sobre el consumo, lo que llevó a revisar las estrategias de manejo basadas en la satisfacción de cualquier tipo de demanda, aplicando criterios hidrológicos más adecuados y promoviendo esquemas de consumo más responsables. Si bien los nuevos paradigmas de gestión –en particular el manejo de los excedentes hídricos- se han desarrollado en distintas partes del mundo, especialmente en Europa, en los países latinoamericanos se han mantenido sin demasiadas variantes con un amplio predominio del modelo de la oferta, salvo excepciones (Bertoni, 2004).

Por otra parte, la creciente importancia de los temas ambientales en la agenda social, entre ellos los relacionados con la contaminación, con la calidad del agua y con los aspectos sanitarios de la misma (WHO-UNDP, 1997) y los problemas de inundaciones cada vez más frecuentes hacen que

11 - En *El amor en los tiempos del cólera*, García Márquez relata que en la época los cirujanos operaban de frac, por considerar que la asepsia estaba íntimamente ligada a la etiqueta y las buenas costumbres.

la propia población comience a tomar partido, en principio como cuestionadora de las decisiones técnicas (Castro, 2010). Estos procesos significan una novedad para el sistema ya que, como dijimos, el usuario fue históricamente un actor pasivo y ahora comienza a reclamar protagonismo, a la vez que los sistemas jurídicos reconocen los derechos y obligaciones del ciudadano en el cuidado y manejo del ambiente¹². En consecuencia se impuso una nueva área de gestión para los servicios urbanos, cuyo objetivo es tratar de manejar la creciente conflictividad social (Mogliati, 2010).

Esta evolución de los temas ambientales en la agenda social tiene varios y complejos antecedentes, pero que en términos generales ponen en cuestión la forma tradicional de gestión del ambiente, reclamando una participación más activa de la población en la toma de decisiones¹³ (Estensoro Saavedra, 2001). Por otra parte, no puede soslayarse un aspecto más general, pero fundamental a la hora de comprender estos movimientos, que es la forma en que en la sociedad actual concibe su particular relación con la naturaleza (Arnold, 1996).

Entonces, ya sea por problemas de orden operativo o por los cuestionamientos de la sociedad, el modelo de la oferta ha entrado en crisis, por lo que en la actualidad somos testigos de esfuerzos más o menos encaminados a incorporar algún tipo de herramienta que apunte a la gestión de la demanda: la comunicación y la educación, junto con las normas para regular el consumo y el diseño de tarifas, son las principales (Mogliati y Guaragna 2008).

Algunos eventos a nivel internacional han establecido ciertas bases conceptuales que refuerzan el concepto de participación: la Conferencia de

12 - En Argentina, la Reforma de la Constitución de 1994 incorpora el artículo 41 que establece: "Todos los habitantes gozan del derecho a un ambiente sano, equilibrado, apto para el desarrollo humano y para que las actividades productivas satisfagan las necesidades presentes sin comprometer las de las generaciones futuras; y tienen el deber de preservarlo". En la década siguiente se sancionará la mayor parte de la normativa ambiental del país.

13 - Existe una variada y abundante bibliografía sobre este tema, como texto de referencia y a modo de panorama general se sugiere el artículo citado de Estensoro Saavedra.

Dublín¹⁴ y la denominada Cumbre de la Tierra (o Cumbre de Río)¹⁵, ambas celebradas en 1992, constituyen puntos de referencia obligados en la materia. El Principio 10 de Río subraya que “el mejor modo de tratar las cuestiones ambientales es con la participación de todos los ciudadanos interesados, en el nivel que corresponda”, y plantea las tres instancias necesarias para dicha participación: acceso adecuado a la información, participar en las decisiones y acceso efectivo a los procedimientos judiciales y administrativos (ONU, 1992). A partir de allí se multiplican los encuentros y declaraciones internacionales, regionales e, incluso, nacionales, que promueven una gestión participativa del agua y el ambiente, toma impulso la idea de que el usuario –de una u otra forma- pasa a ser un protagonista en la gestión del agua. A pesar de ello, las estructuras político-administrativas y de gestión mantienen un esquema heredado del modelo anterior, y no termina de plasmarse una mirada multidisciplinar sobre el recurso.

Por otra parte –y quizás como consecuencia de la novedad¹⁶ del enfoque- los desarrollos tanto en el campo de la educación como de la comunicación no han terminado de brindar herramientas eficientes y eficaces para encarar el problema o se han limitado a la aplicación de técnicas propias de las respectivas disciplinas sin un abordaje más integral de los problemas.

Comunicación para la gestión del agua

En este trabajo partimos de la hipótesis que los temas deben abordarse desde su complejidad, lo que es posible a través de la mirada transdisciplinaria, evitando simplificaciones instrumentales. En este sentido, trataremos

14 - Conferencia Internacional sobre el Agua y el Medio Ambiente (CIAMA) celebrada en Dublín, Irlanda, del 26 al 31 de enero de 1992.

15 - Conferencias de Naciones Unidas sobre el Medio ambiente y el Desarrollo, también conocida como Cumbre de la Tierra, fue celebrada en Río de Janeiro, Brasil, del 3 al 14 de junio de 1992.

16 - Si bien estamos hablando de un enfoque que lleva décadas, aún podemos considerarlo una novedad para los organismos político-técnico-administrativos del área y también para los profesionales de las ciencias sociales.

de exponer una serie de aspectos de la gestión del agua en general –y del agua urbana en particular- que presuponen problemas inherentes a la comunicación que, en muchos casos, no son considerados como tales o que son asignados a otras causas. Haremos un breve repaso de los principales:

a. Creación del territorio:

Aunque el concepto es más antiguo, la gestión del agua por cuencas termina de consolidarse en la citada Conferencia de Dublín, y a partir de entonces ha sido ampliamente difundida. En nuestro país, tanto los Principios Rectores de Política Hídrica¹⁷ como el Plan Nacional Federal de los Recursos Hídricos¹⁸ subrayan que la cuenca es el ámbito ideal para la gestión del agua y planean la necesidad de avanzar en ese terreno.

En los documentos citados, a la par del concepto de cuencas se incluye, sin excepción, otro postulado básico de los últimos tiempos: la participación de la sociedad en la gestión del agua.

La conjunción de ambos conceptos pone de manifiesto lo que, a nuestro juicio, es uno de los desafíos comunicacionales más importantes en la gestión del agua: incorporar en los habitantes de una cuenca o, al menos, en los actores relevantes de la misma, **la idea de una nueva territorialidad**. Una necesidad similar –aunque diferente en los alcances y en las variables involucradas- a la que se debió afrontar en su momento frente a la creación de la Nación o de una provincia¹⁹, que consiste en *reconocer* que lo que sucede en ese territorio, que tiene límites precisos, genera diversas consecuencias. Un estado, será, entre otras cuestiones, el espacio de aplicación de una ley; una cuenca será el espacio del escurrimiento del agua en un sentido preciso, de la circulación de la contaminación o de la similitud de los problemas o potencialidades ambientales, entre otros.

En los documentos citados, aunque se planteó la participación social –siempre en un capítulo separado- el concepto de cuenca se da por sentado, como si una delimitación física precisa (a diferencia de un límite político, que es arbitrario) fuera suficiente para que la población se *sintiera parte* de ese territorio.

La idea de la existencia física de un individuo o grupo de personas de *ser parte* de un territorio nada tiene que ver con el aspecto físico del mismo, sino con una serie de aspectos simbólicos que le otorgan identidad, la que puede expresarse de diversas maneras (iconografía, eventos específicos, celebraciones, etc.).

De hecho, existen ámbitos territoriales reconocidos por la población, como las regiones (NEA, NOA, Patagonia, Cuyo, etc.) que incluso generan cierta identidad social y cultural, y que se utiliza como referencia en temas donde la cuenca sería mucho más pertinente (Figura 2). Es obvio que la facilidad con que se reconocen las regiones se explica porque éstas son un agrupamiento de estados políticamente organizados (provincias), más allá de sus similitudes ambientales y culturales.

En estrecha relación con ello, la dimensión institucional que implica la cuenca requiere también de un reconocimiento; un problema que es cronológicamente posterior al de otorgarle identidad al territorio de la cuenca, a los motivos de su unidad como espacio para la gestión y a los diferentes procesos que adoptan su sentido dentro de ella.

La región o la provincia (territorios de demarcación política) son la referencia para el pronóstico de lluvias que, además, están dirigidos “al campo”. Por ejemplo, en la Figura 2 se puede observar que se prevén lluvias en la cuenca baja del río Salado (zona media de Santa Fe), pero también es una información importante para conocer el escurrimiento las lluvias previstas para las su cuenca media (centro-norte de Santiago del Estero), lo que el mapa no está reflejando al no estar identificado el territorio de la cuenca.

17 - Disponibles en internet en el sitio del Consejo Hídrico Federal: www.cohife.org.ar

18 - Disponible en Internet en el sitio de la Subsecretaría de Recursos Hídricos de la Nación: www.hidricosargentina.gov.ar

19 - No estamos planteando que las cuencas deban tener una bandera, un escudo o una simbología propia de los territorios políticamente organizados, sino que hablamos de un tipo de identidad adecuado a sus competencias.

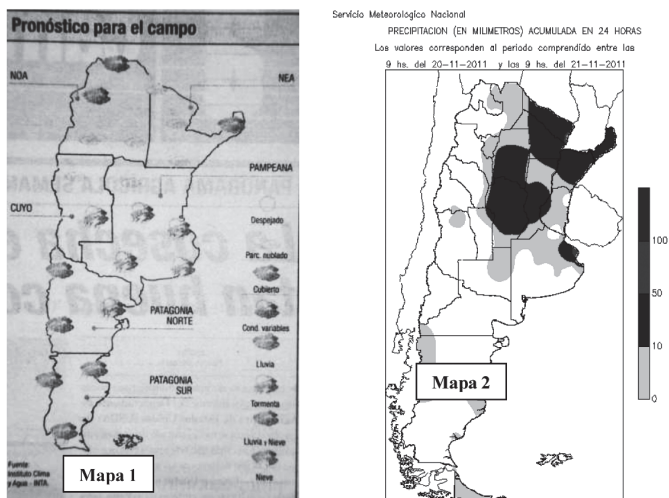


Figura 2: Territorios políticos como referencia para información hidrológica.

Mapa 1: Diario Ámbito Financiero, tomando como fuente al INTA.

Mapa 2: La Nación on line, tomando como fuente al Servicio Meteorológico Nacional.

b. Otras demarcaciones territoriales:

La cuenca no es la única demarcación existente en un territorio más allá de los clásicos límites políticos (provincia, municipio). Por el contrario, un territorio está surcado por múltiples y diferentes líneas que lo regulan. Algunas son explícitas, otras son tácitas, algunas se materializan y se expresan físicamente, otras residen en la subjetividad de los habitantes o en la racionalidad con que operan los actores sociales, políticos y económicos, y otras emanan de las normas.

La demarcación entre la propiedad del estado en las riberas de los cursos de agua y la propiedad privada de los predios lindantes es una necesidad para las áreas de planificación territorial de los estados frente a la presión (inmobiliaria, turística o productiva) sobre ellas. Estas líneas significan, de hecho, sumar nuevas delimitaciones a un territorio que, como se ha dicho, está surcado por múltiples delimitaciones con distintos fines. A ello deben sumarse las delimitaciones que indican distintas restricciones de uso del espacio (líneas de riesgo hídrico).

Ante esta complejidad es preciso indagar en las diversas percepciones y, en algunos casos, contradictorios sentidos otorgados a las demarcaciones en los territorios. A su vez, cada una de estas demarcaciones tendrá un determinado grado de consenso (aceptación) por parte de la población en general y de los distintos actores sociales en particular (Mogliati y Sola Álvarez, 2009).

El objetivo del estado al establecer una demarcación es que esas líneas sean conocidas, comprendidas y respetadas por todos, atendiendo a metas específicas. En otras palabras, si ninguno de esos tres objetivos se cumple, la demarcación habrá sido un fracaso, independientemente de cómo ha sido identificada sobre el territorio y de cuáles hayan sido los mecanismos punitivos y de control. La comunicación en este caso debe trabajar sobre la significación de las demarcaciones, con el objetivo de otorgarle sentido para los distintos actores de una comunidad.

c. La participación en la gestión²⁰:

Existen múltiples conceptos de participación que dan cuenta de formas distintas en que ciudadanos individuales o actores organizados toman parte de un proceso determinado. Las diferencias conceptuales de la participación derivan de varios factores, desde posiciones ideológicas y políticas hasta de la capacidad propia de los organismos que deben promover instancias de participación.

El punto más bajo de la participación es la consulta (*vamos a hacer esto, ¿está usted de acuerdo?*) En general, la presentación de un hecho consumado no se concibe como participación ya que el concepto implica algún tipo de influencia de terceros en el proceso de toma de decisiones. El nivel máximo de participación es la autogestión, es decir cuando los propios interesados llevan adelante un proceso por sí mismos, en general en un ámbito reconocido por el estado²¹. **El grado de participación también dependerá del tema**, o de la porción de un determinado tema, ya que hay aspectos menos proclives que otros a ser sometidos a la participación popular. Por ejemplo, la zonificación de áreas de riesgo en una ciudad es un proceso que es sumamente recomendable someterlo a participación,

mientras que las decisiones técnicas sobre la construcción de los drenajes no lo será en la misma medida.

Independientemente de cual sea el nivel de participación elegido, el proceso requiere de tres aspectos fundamentales, cada uno de los cuales implica desafíos desde la comunicación: i) la forma de interpelar a los actores sociales²², ii) la creación de ámbitos y competencias desde el estado para llevar a cabo el proceso, y iii) la circulación de la información y el conocimiento. En este trabajo sólo vamos a exponer con más detalle el último de los puntos mencionados.

d. La circulación de la información y el conocimiento:

El protagonismo del ciudadano la gestión del agua –al menos el que se plantea en la teoría- requiere como condición sine qua non una redefinición de la circulación de la información y del conocimiento.

De ser un insumo exclusivo de las áreas técnicas y políticas, la información pasa a convertirse en un *bien* al que los usuarios tienen *derecho* a acceder. Las normas establecen este derecho²³, pero por sí solas no generan en forma automática las condiciones para que la información esté *efectivamente* disponible para la población, **en condiciones de visibilidad** (facilidad para encontrarla) y **en formatos adecuados** (facilidad para comprenderla)²⁴.

Como en todos los campos de interés social, en la gestión del agua se establece una tensión entre la agenda local y la agenda global sobre el tema. La capacidad de generar información por parte de agencias nacionales e internacionales de intervención global, y su potencialidad para hacer visible dicha información, opacan la escasa, poco visible y muchas veces poco

20 - Ver artículo de Claudia Mazzeo en esta misma publicación.

21 - Es claro que cuando la autogestión se realiza por fuera de ámbitos reconocidos por el estado no hablamos de *participación* como proceso promovido por una determinada gestión, sino como un acto de protesta o movilización popular pero que, a su vez, puede generar una mayor apertura de los organismos del estado hacia la participación social.

22 - Es decir, la forma en que el propio estado otorga carácter de actor a individuos o grupos de individuos, con algún grado de organización o sin ella.

pertinente información sobre temas locales y/o puntuales, lo que hace prevalecer en el enfoque de los propios actores locales un discurso influenciado por la agenda global, lo que podríamos graficar con el concepto de *googlización* de la información, refiriéndonos a lo *primero* que aparece en el buscador más utilizado de Internet.

Por lo tanto, la disponibilidad efectiva de la información por parte de la población es un desafío que deben asumir los organismos de gestión, tarea que implica producir la información en formatos que sean pertinentes a los destinatarios, definir los públicos-objetivo, determinar los niveles de lectura adecuados, seleccionar los soportes más efectivos en relación con su costo y desarrollar las estrategias de visibilidad más pertinentes.

En la Figura 3 se muestra que de los 8 millones de respuestas que aparecen en Google por “gestión del agua”, los 10 primeros puestos corresponden a: Wikipedia, FAO, 1 portal argentino, 3 sitios españoles, 2 de Perú, 1 sitio europeo y la presentación de un libro sobre la temática (consulta del 21 de noviembre de 2011).

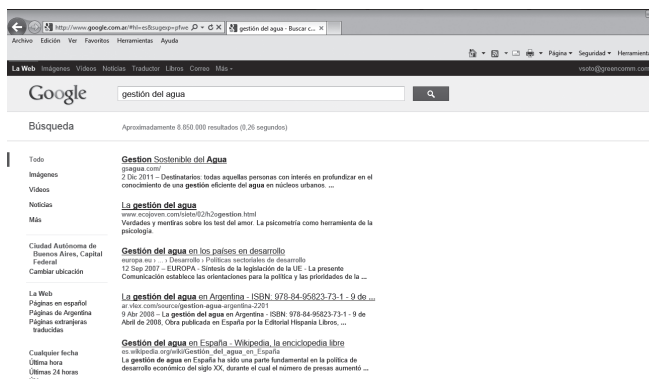


Figura 3: Googlización de la información.

23 - Por caso, la Ley General del Ambiente N° 25.675 o la Ley de Acceso a la Información Ambiental N° 25.831.

24 - Siempre que nos referimos aquí a información lo hacemos considerando estos atributos de visibilidad y adecuación de los formatos.

e. La convivencia con el agua:

La implantación de modelos avanzados de gestión de los excedentes hídricos, de manera tal de evitar los picos en los hidrogramas que provocan las inundaciones²⁵, **altera los modos en que la población convive con el agua de lluvia en el ámbito urbano.**

El sistema de drenaje concebido por el higienismo proponía la evacuación rápida del agua de lluvia, atacando un problema fundamental de la ciudad del siglo XIX: el encharcamiento del agua en las calles que, en combinación con las basuras y las aguas servidas, formaba un cóctel pestilente y peligroso para la salud.

La ciudad ha tendido a proscribir la lluvia como experiencia cotidiana (eliminándola de la superficie y neutralizando sus efectos) y cuándo ésta sucede inevitablemente se trastorna severamente el funcionamiento urbano, mientras que la inundación se concibe como una de las peores experiencias posibles. Cuanto más grande es una ciudad, más profunda es esta percepción del agua. Entre el campo y la ciudad se establece así una diferencia conceptual categórica, reproducida sin variaciones por los medios de comunicación: mientras que para el campo el agua es una *bendición*, para la ciudad es poco menos que una *maldición*.

Actualmente, la tendencia en el manejo de los excedentes hídricos es que, a pesar del área impermeabilizada y el consecuente aumento del agua en superficie, el escurrimiento se realice en condiciones parecidas a las naturales (Bertoni, 2004), promoviendo un aumento de las áreas “verdes” (no impermeables) y, por otro lado, generando mecanismos de retención del fluido, ya sea a nivel doméstico o de la ciudad. Ambas cosas implican cambios profundos en la forma en que convivimos con el agua que apun-

25 - Causadas principalmente por el factor *tiempo* y no por la *cantidad* de agua caída; es decir, por la concentración del flujo en un momento dado.

26 - Un esquema similar al que se plantea con la separación en origen (en cada hogar) de los residuos sólidos urbanos, que permiten una acción más eficiente de los sistemas públicos de recolección y de vertido.

tan al manejo del excedente hídrico antes de su vertido a la red pública -en algunos casos a nivel individual²⁶ - que permitan optimizar el funcionamiento de todo el sistema.

f. El uso responsable del agua:

Los factores que se han conjugado para que el consumo de agua potable sea muy alto en Argentina son diversos, entre ellos podemos mencionar: varias ciudades importantes están asentadas a la vera de los grandes ríos de la cuenca del Plata, por lo que la disponibilidad del recurso nunca fue un problema; la operación del servicio desde el modelo de la oferta, sin tener en la práctica ningún tipo de mecanismo de regulación de la demanda; las tarifas diseñadas con base catastral, con baja proporción de medición de consumo domiciliario; el pago por el servicio fue visto históricamente por la población como un impuesto y no como una tasa (es decir, desligado de la propia acción del usuario), en parte debido a que las tarifas nunca respondieron al costo del servicio sino que se ajustaban o no dependiendo de la coyuntura política; la invisibilidad de las redes y del proceso industrial del agua potable, que induce una confusión entre el agua natural y el agua potable; entre otros.

Los límites impuestos por la capacidad de producción de agua potable, los costos derivados del proceso, los colapsos en el servicio en horarios de mayor consumo y, en algunos casos, los problemas de la fuente de abastecimiento, provocaron la necesidad de promover el uso responsable del agua, lo que significa al menos cuatro desafíos importantes:

→ reducir el consumo evitando el derroche, es decir, obtener la misma calidad de vida con menor uso del agua (enjabonar la vajilla con la canilla cerrada, lavar la vereda con balde, arreglar los desperfectos que ocasionan gasto de agua, alargar la vida útil del agua de las piscinas, etc.);

→ contemplar los horarios de consumo, evitando usos que pueden posponerse o anticiparse a las horas de mayor demanda (llenar las piletas de natación o regar las plantas por la noche, luego del horario de la cena);

→ reutilizar el agua, cuando la calidad para el segundo uso lo permita (regar las plantas o baldear los pisos con el agua de la piscina cuando está ya no reúne las condiciones para bañarse);

→ adquirir artefactos domésticos que contemplen el uso eficiente del agua (lavarropas, canillas con difusores, etc.).

Estos cuatro puntos implican cambios de conducta en el manejo doméstico del agua, que requieren tanto de un nuevo enfoque sobre las propias prácticas del usuario como de una nueva concepción sobre el agua misma.

g. Otros desafíos para la comunicación:

Además de los seis ítems que hemos desarrollado y que, a nuestro juicio, son los más importantes o que tienen características que los hacen relevantes desde el punto de vista de la comunicación, existen muchos otros temas que implican desafíos específicos desde esta disciplina. A modo de cierre mencionamos algunos de ellos:

→ La percepción de los riesgos relacionados con el agua, especialmente en términos de calidad (tensión entre la recomendación, la norma, la protección de la salud y las fuentes disponibles).

→ Los desajustes en la percepción social entre el agua potable como producto industrial y el agua en estado natural.

→ La conciencia sobre las diferentes calidades del agua necesarias para los diferentes usos domésticos, que permitan potencialmente incorporar mecanismos de provisión diferenciada o considerar el reuso como alternativa.

→ El cuidado de las fuentes y el uso adecuado de los sistemas de vertido.

→ La falta de conexión en la percepción social entre las conductas de la población en el uso del agua o de los servicios asociados con ella y los impactos ambientales consecuentes.

→ La percepción de la tarifa como pago de un servicio y no como pago del recurso (que es público), el debate sobre los componentes de la misma y sobre la distribución de los costos del sistema (*qué y quién paga la factura*).

→ La concepción del agua como *amenaza* cuando quiebra los criterios de invisibilidad (en casos de contaminación o de una inundación).

En líneas generales, y como se expresó al inicio de este artículo, el objetivo de la comunicación es lograr una agenda común entre grupos sociales y técnicos respecto de la gestión del agua en un marco de debate razonable, lo que no implica negar los conflictos que pudieran emerger si no, por el contrario, generar los mecanismos para lograr metas políticas, éticas y económicas que no atenten contra la asignación óptima de recursos ni contra la equidad.

Referencias

- ARNOLD, D., (1996). La naturaleza como problema histórico. Fondo de Cultura Económica, México.
- BERTONI, J.C. (coord.) (2004). Inundaciones urbanas en Argentina. GWP-UNC, Córdoba.
- CANO, G. (1969) Reestructuración de la Administración Hídrica Federal en la Argentina. Informe para la Secretaría General de las Naciones Unidas. En Política Hídrica N1° 1, julio 1970, Buenos Aires.
- CASTRO, E. (2010). Hacia una comprensión integral de los problemas del agua. Revista Hydria N° 28, Buenos Aires.
- DOUROJEANNI, A. y A. JOURAVLEV (2002). Gestión de recursos a nivel de cuencas. Foro Agua para las Américas en el siglo XXI, México.
- ESTENSSORO SAAVEDRA, J. F. (2007) Antecedentes para una historia del debate político en torno al medio ambiente: la primera socialización de la idea de crisis ambiental (1945 -1972). Revista Universum N° 22 Vol.2: 88-107. Santiago de Chile.
- GWP (2000). Comité de Asesoramiento Técnico de GWP (GWP Technical Advisory Committee) N° 4.
- HAMLIN, C. (1998). Public health and social justice in the age of Chadwick: Britain, 1800-1854. University of Cambridge.
- LAPORTE, D. (1998). Historia de la mierda. Pre-textos, Valencia.
- MOGLIATI, S. (2010) Doscientos años de agua en el pensamiento argentino, Capítulo 5. Hydria N° 27. Buenos Aires.

- MOGLIATI, S. y GUARAGNA, C. (2008). Educational Strategies for the Responsible Use of Water. 13th IWRA World Water Congress. Montpellier, Francia.
- MOGLIATI, S. y SOLA ÁLVAREZ, M. (2009). Metodología preliminar para el análisis de los aspectos sociales involucrados en las líneas de ribera y sus líneas conexas. II Jornadas Nacionales de Líneas de Ribera y Riesgo Hídrico, Formosa, mayo de 2009.
- PAIVA, V. (2006). Medio ambiente. Ideas científicas y las profesiones de la ciudad de Buenos Aires. Tesis de doctorado. Universidad de Buenos Aires.
- POCHAT, V. (2008). Principios de Gestión Integrada de los Recursos Hídricos. Bases para el desarrollo de Planes Nacionales. GWP.
- TARTARINI, J. (1999). Agua y Saneamiento en Buenos Aires, 1580-1930. Aguas Argentinas. Patrimonio Histórico, Buenos Aires.
- UNITED NATIONS (1958) Integrated River Basin Development. Department of the Economic and Social Affairs. Report of the Panel of Experts. New York.
- VERÓN, E. (1988) La semiosis social. Fragmentos de una teoría de la discursividad. Gedisa, Barcelona.
- WORLD HEALTH ORGANIZATION-UNDP (1997). The PHAST initiative- Participatory hygiene and sanitation transformation- A new approach to working with communities, Geneva.

La gestión integrada de recursos hídricos

Héctor E. Massone¹.

¹Instituto de Geología de Costas y del Cuaternario. Grupo de Hidrogeología. Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, UNMDP, Funes 3350, 7600, Mar del Plata.

hmassone@mdp.edu.ar

Introducción

Los recursos hídricos, en el sentido más amplio, incluyen el agua en todas las etapas del ciclo hidrológico, conjuntamente con toda la biodiversidad que ésta sostiene. Factores y procesos como la evaporación, la transpiración, la humedad del suelo, el agua superficial, el agua subterránea, las precipitaciones y sus interrelaciones, conforman el ciclo hidrológico de una región. A estos factores y procesos, de por sí a veces complejos de estudiar, debe sumarse todo lo relacionado con su misma definición como recurso: su uso por parte de la sociedad.

Cómo compatibilizar sociedad y naturaleza en relación con el uso (en sus diferentes formas) de los recursos hídricos, es hoy uno de los mayores desafíos que enfrenta el desarrollo sostenible a nivel mundial. El análisis de la relación sociedad-naturaleza en el contexto de los recursos hídricos puede ser visto a partir del concepto de servicios ambientales o “servicios ecosistémicos”. Así, muchos bienes y servicios que hacen posible la vida del ser humano se derivan de los ecosistemas acuáticos, entre ellos:

- regulación hidrológica de las inundaciones, disponibilidad y suministro de agua durante las épocas de sequía
- retención de sedimentos, purificación del agua y eliminación de residuos
- recarga de los acuíferos
- agua potable y saneamiento para las grandes poblaciones

- agua de riego para los cultivos y agua potable para el ganado
- protección de la costa
- reducción del cambio climático mediante la absorción de los gases de efecto invernadero y la amortiguación de impactos
- recreación y turismo
- valores culturales y espirituales
- una gama de productos como fibras, madera, pienso para los animales y otros productos alimenticios
- rutas de transporte (a veces, la única ruta accesible)
- energía hidroeléctrica y mecánica.

Estos servicios no son ilimitados y por ello, la escasez, el uso y manejo inadecuado de los recursos hídricos, se constituye en uno de los mayores retos ambientales que la sociedad enfrenta hoy.

En este contexto es donde la gestión integrada de recursos hídricos (GIRH) ha comenzado a desarrollarse. Gestionar un recurso desde una visión integradora implica desplazar gradualmente la visión tradicional, sectorial y aislacionista; y aquí surge el punto esencial: los diversos sectores que hacen uso del recurso hídrico deben ser contemplados, pero no de manera aislada sino reconociendo e integrando el papel que cumple el agua en los ecosistemas, las diferentes fases del ciclo hidrológico y los distintos aspectos vinculados al uso por diferentes actores sociales. En este sentido, el desafío es mayúsculo, ya que se trata de integrar la gestión del agua y de los ecosistemas de agua dulce continentales con la planificación del uso del territorio y el ordenamiento territorial, permitiendo evaluar de manera integral y equitativa la distribución y manejo del agua en todo el ciclo hidrológico; frecuentemente esta integración debe dejar de lado las fronteras político administrativas, a nivel municipal, provincial, nacional y hasta global. Además, esta visión lleva a proponer nuevos modelos de valoración económica del recurso y los ecosistemas, ya que se ha demostrado que tanto su cantidad, como su calidad, dependen en gran parte de cómo se gestione en las áreas que captan, conducen, almacenan, proveen y renuevan éste recurso.

La cuestión de la apropiación y uso de recursos naturales en general e hídricos en particular, debe ser vista como una temática ambiental, de hecho y por definición, así lo es; por ello se presenta a continuación una breve síntesis del marco teórico e histórico que la incumbe.

El concepto de medio ambiente.

Existen numerosas definiciones con respecto al significado del término “medio ambiente” o “ambiente” en general. Es posible apreciar que en todas estas concepciones existe un denominador común: hacer referencia a la interacción Sociedad-Naturaleza. Esta referencia se da a veces desde diferentes puntos de vista; desde una visión antropocéntrica, desde una visión economicista cercana al concepto de recurso natural, señalando puramente la relación biótico-abiótico o bien enfatizando el proceso de desarrollo. Desde una perspectiva sociológica, autores como E. Leff definen al ambiente como “ese espacio del medio físico y social, excluido por la racionalidad económica que tiende a maximizar el beneficio económico en el corto plazo generando la pobreza, la contaminación, la degradación ecológica y de la calidad de vida. Así pues, el ambiente no es el medio que circunda las especies y a las poblaciones biológicas. Es una categoría social (y no biológica) relativa a una racionalidad social, configurada por un sistema de valores, saberes y asentamientos”.

El conocido Informe Brundtland (que luego se mencionará nuevamente) resalta la importancia social del concepto y lo conjuga al desarrollo, expresando: “el medio ambiente no existe como una esfera desvinculada de las acciones, ambiciones y necesidades humanas y tratar de defenderlo sin tomar en cuenta los problemas humanos dió a la propia expresión medio ambiente una connotación de ingenuidad...es en el medio ambiente que vivimos; el desarrollo es lo que todos hacemos al tratar de mejorar lo que nos cabe en este lugar que ocupamos. Los dos son inseparables”.

Una buena definición de síntesis podría lograrse al referirse al medio am-

biente como “las relaciones e interrelaciones que se establecen entre los sistemas físicos, biológicos y humanos”. Este último sistema incluye las actividades que el hombre desarrolla y el marco social, económico y cultural. En este sentido ambiente y medio ambiente serían términos equivalentes. Puede apreciarse que esta concepción tiene un sentido dinámico, ya que esas relaciones e interrelaciones pueden variar, y de hecho varían, temporal y espacialmente.

En la literatura es muy común encontrar que el término ambiente se emplea en una concepción menos abarcativa, haciéndolo sinónimo de medio físico o entorno natural (que a veces está muy lejos de serlo); en este caso sería más claro hablar simplemente de medio o medio físico, y reservar el término ambiente con el sentido explicitado anteriormente. En esta relación Sociedad-Naturaleza es posible advertir un juego de oferta y demanda. La primera como disponibilidades del soporte natural (suelo, aire, luz); las segundas, requerimientos del grupo social (las que surgen de las necesidades de subsistencia).

Es muy conocida la visión del ecólogo G. Gallopin quien define al “Sistema Ambiental” como el conjunto de tres esferas: socioeconómica, ambiental y ecológica; este sistema puede ser parte de un “Macro Sistema Ambiental”, de escala mayor y que podría llegar a ser la ecósfera, la llamada “Nave Tierra”. Claro que este sistema no es fijo en el tiempo, antes bien, evoluciona y se transforma con el tiempo. Esta transformación puede mejorar la esfera socioeconómica (“desarrollo económico”, aumento del PBI) o puede, por el contrario, mediante una adecuada gestión mejorar la esfera ecológica (más reservas de componentes de baja o nula renovabilidad, apropiación que no vulnere la capacidad resiliente). Es en la tercera esfera donde reside el núcleo de la problemática ambiental, es decir, en el cruce entre acciones tecnológicas y reacciones productivas (flechas rojas) (Figura 1).

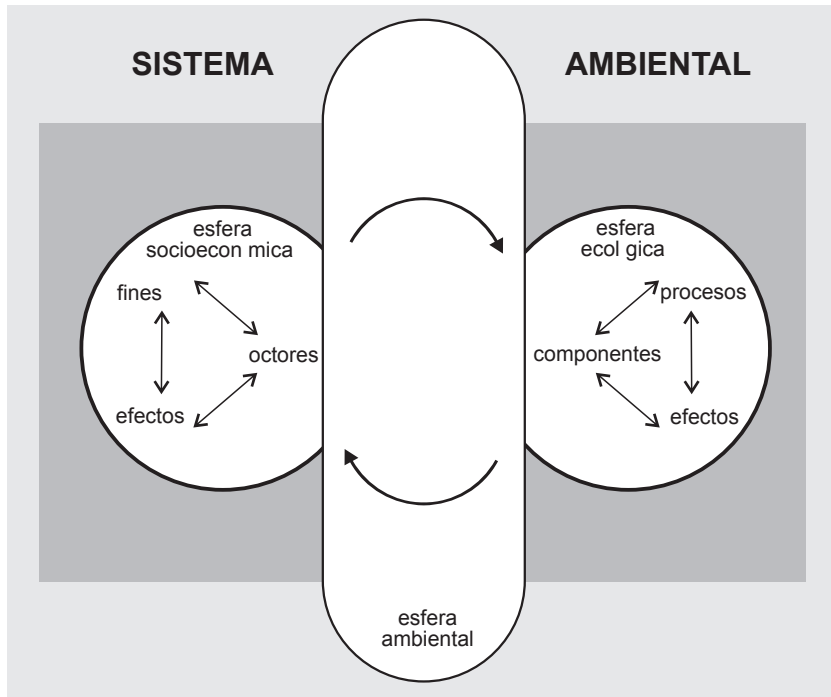


Figura 1: El Macro Sistema Ambiental (modificado de Gallopin, 1983).

Estas acciones y reacciones pueden ser de dos tipos:

- a) acciones tecnológicas convencionales Vs. productividad económica y,
- b) acciones tecnológicas conservativas Vs. productividad ambientalmente racional.

Evolución histórica de la problemática ambiental

A continuación se presenta una breve síntesis que trata de volcar algunos de los hitos centrales en la relación del hombre con la naturaleza; esta selección podrá variar de autor en autor, pero sin duda los aspectos que se mencionan son algunos (y no todos por supuesto) de los más relevantes para quien esto escribe.

Se puede afirmar que el hombre ingresó en la historia natural de la Tierra hace unos 2 millones de años (*Homo habilis*). Se conoce, también, que fue capaz de fabricar y utilizar herramientas simples para procurarse comida desde muy temprano, y que probablemente aprendió a utilizar el fuego como protección y para cocinar no mucho después. A pesar de todo, él fue un miembro más del sistema naturaleza y vivía en armonía con ella (Período pre-agrícola). En general, se acepta que el hombre superó un importante nivel en su relación con la naturaleza hace 10.000 años, cuando comenzó a manipular el medio para la generación de un abastecimiento continuo de alimentos por medio de las prácticas agrícolas. El inicio de la domesticación de plantas y animales y la intervención más directa sobre el medio, que ocurrieron en este momento, han sido llamados “Revolución Neolítica” (inaugurando el llamado Período agrícola pre-industrial) y es probablemente el paso técnico más importante dado por el hombre en toda su historia. Basta pensar que a partir de este hito las sociedades cazadoras-recolectoras comenzaron a asentarse, dando el primer paso de lo que mucho después constituiría un problema ambiental clave: la urbanización.

De algunos milenios posteriores a este punto son los primeros indicios (en las civilizaciones mesopotámicas) de dar una explicación racional a los fenómenos que se observaban de manera cotidiana. Más tarde, hace algo más de 2000 años (siglo VI a.C.), uno de los primeros griegos que intentó explicar las causas fundamentales de los fenómenos naturales fue el filósofo Tales de Mileto (el “sabio astrónomo” de los llamados Siete Sabios de Grecia). Como es sabido, existe una larguísima lista de estudiosos y estudios en relación a la comprensión racional del mundo que excede la posibilidad de presentarla en este texto.

Mucho tiempo después, ya en la Edad Media (año 1273) se da un acontecimiento interesante ya que merece ser catalogado como la primera “reglamentación ambiental” de la historia. La misma prohibía la quema de carbón en Londres cuando el Rey se encontraba en su residencia. Durante estos años y más precisamente desde el Siglo XI hasta fin del Siglo XIII se da el pico de deforestación en Europa, otro problema con hoy calificamos como ambiental.

Es muy conocido, además, que durante la Edad Media la explicación racional de los procesos naturales tuvo menor énfasis que en épocas anteriores y que la que tendría en las posteriores.

Otra referencia interesante y posterior puede encontrarse en el Renacimiento, período en el cual se consolida el modo de vida urbano (otra vez la ciudad!) como “culto” o “civilizado”, mientras que la naturaleza era algo estéril, moralmente condenable (tierra bonita=tierra cultivada); este pensamiento se consolida con el tiempo, por ejemplo Francis Bacon (siglo XVII) refiere a que “ la naturaleza debe ser perseguida... obligada al servicio al hombre...” ; mientras R. Descartes apunta que “nos constituimos en señores y poseedores de la naturaleza” (1637).

Un siglo después (segunda mitad del Siglo XVIII) entramos en el llamado Período Industrial; las revoluciones industriales (mecanización, producción en masa, asociación entre combustibles fósiles y motores de combustión interna) y sus consecuencias son ampliamente conocidas, diremos solamente que los problemas del modo de vida urbano comienzan a manifestarse de manera aguda y que progresivamente se va abandonando la idea de “naturaleza decadente” por una revalorización de la misma, proceso acompañado por el inicio de la era de los grandes viajeros naturalistas. Esta tendencia sigue en aumento y ya en el Romanticismo (fines del Siglo XVIII y primera mitad del XIX), se consolida una fuerte revalorización de la naturaleza desde el arte y el desafío de conocer más sobre ella; es un período de intenso trabajo científico vinculado a la biología, la geografía y la economía (recordar a Von Humboldt, Livingstone, y Darwin, por ejemplo); obviamente existió un fuerte impulso colonialista que favoreció esta tendencia.

El siglo XX aparece como una época de transición en la relación Sociedad-Naturaleza. Del “hombre como dominador de la naturaleza” al “hombre dependiente de la naturaleza”, del “Outside” (el hombre afuera y en una posición superior) al “Inside” (el hombre adentro y como un eslabón más). Esta transición empieza a aparecer a expensas de un problema concreto: la preocupación por la extinción de especies; así en 1948 se crea la Unión

Internacional de Conservación de la Naturaleza (UICN). Es a partir de la segunda mitad del siglo cuando rápidamente empieza a consolidarse este cambio; en la década del '60 nace el Fondo Mundial para la Naturaleza (WWF), Amigos de La Tierra (FOE) y otras organizaciones no gubernamentales. Rachel Carson publica su famoso libro "Primavera Silenciosa" con el cual, y por primera vez, la problemática del uso de pesticidas y su relación con la extinción de las aves trasciende el ámbito académico y llega al público en general. Son años donde, además, el movimiento Hippie, en tanto movimiento cultural, también tiene fuerte influencia en la revalorización de la naturaleza. Eugene Odum postula su concepto de "Nave Tierra", apuntando claramente a que nuestra supervivencia está en estrecha relación con la supervivencia del planeta como ecosistema y James Lovelock su Hipótesis Gaia, la tierra viviente.

En los '70 por primera vez la problemática ambiental llega a la administración pública: se crea la Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos de América (EPA); en 1973, en Argentina, se crea la primera dependencia gubernamental ambiental de América Latina. A nivel gubernamental, también se destaca (en 1972) la primer "Cumbre de La Tierra" en Estocolmo. En 1973, la crisis petrolera (llamada por algunos autores "primera crisis petrolera global") se desató cuando la Organización de Países Exportadores de Petróleo, decidió no exportar más a Estados Unidos y a sus aliados de Europa Occidental que habían apoyado a Israel durante la guerra del Yom Kippur (que enfrentó a Israel con Siria y Egipto). Al decir de Jorge Morello, esta crisis si bien se relacionó con un recurso no renovable impactó fuertemente en la percepción de nuestra dependencia de los recursos naturales, ya sean renovables o no. En estos años la ONU crea el Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA) y el Programa Internacional de Educación Ambiental (PIEA). La preocupación por el crecimiento de la población mundial y sus límites aparece fuertemente en estos años, motorizando, entre otros, al llamado Club de Roma en pos de encontrar una solución.

La década siguiente verifica un marcado incremento en la difusión popular

de la problemática ambiental es decir, de la salida de los ámbitos académicos y gubernamentales hacia el público en general. Algunos acontecimientos que marcaron esta tendencia dada la amplísima difusión global que tuvieron fueron el hundimiento del barco de Greenpeace (Rainbow Warrior) en Marsella, el asesinato de Chico Mendes en Brasil y el más difundido de todos, Chernobyl, en la ex Unión Soviética en 1986. En los '80 se formaliza el concepto de desarrollo sustentable, a partir del Informe Brundtland de 1987 (Nuestro Futuro Común); el concepto de ecología se separa del de medio ambiente y empiezan a tomar forma algunos acuerdos internacionales referidos especialmente a la problemática de la contaminación, por ejemplo el Protocolo de Montreal sobre clorofluorcarbonados (CFCs).

A partir de la década del '90 ingresamos en un período claramente determinado por 3 aspectos: el desarrollo sustentable, la internalización masiva de la problemática ambiental por el público en general, y los acuerdos internacionales (entre ellos, la Cumbre de la Tierra y Agenda XXI, Protocolo de Kyoto, y Cumbre del Milenio con sus metas en 2015 y 2020). Es muchísimo lo que se ha escrito sobre estos tres aspectos por lo que remitimos al lector a la bibliografía.

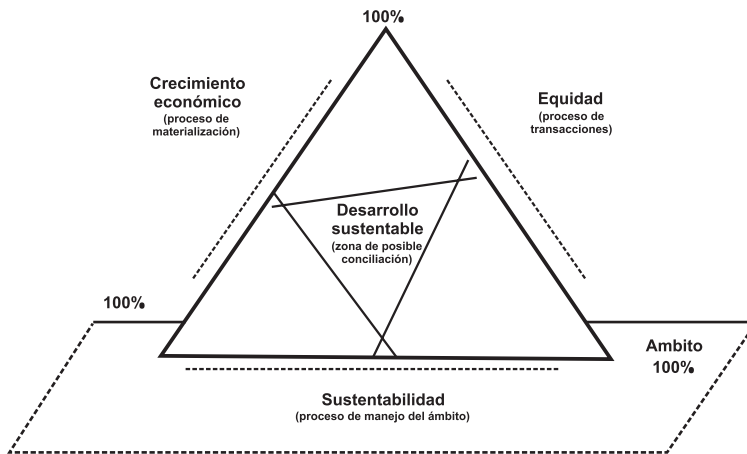
Hoy es frecuente referirse a la “crisis ambiental” como momento determinante en la relación de la sociedad con la naturaleza (justamente los dos grandes campos que definen lo ambiental); está bastante difundido y aceptado que son cuatro las causas principales de esta situación:

- Modelo de crecimiento depredador que permite maximizar ganancias en el corto plazo revirtiendo sus costos sobre los sistemas naturales y sociales (usualmente sobre los sectores más vulnerables de esta sociedad); existe una fuerte vinculación de este aspecto con las denominadas externalidades.
- Crecimiento acelerado de la población y expansión vertiginosa de las ciudades.
- Estilo de desarrollo caracterizado por la concentración de la riqueza y la marginación social.

- Principios generales de la ética dominante (visión antropocentrista, exacerbación del nivel de vida por sobre el de calidad de vida, la comprensión atomizada del mundo y de la vida, etc.).

También es frecuente encontrar como alternativa de solución a esta crisis al desarrollo sustentable, que más allá de todas las críticas aparece hoy como una alternativa; por supuesto no el concepto de desarrollo sustentable parcializado o tomado solamente desde la naturaleza, sino aquel que integra el crecimiento económico, con la equidad social y con la base de recursos naturales (Figura 2). En este sentido, la definición clásica del desarrollo sustentable, surgida del Informe Brundtland, lo plantea como “el desarrollo que satisface las necesidades del presente, sin comprometer la capacidad de que las futuras generaciones puedan satisfacer sus propias necesidades”. Esta definición, amplia e imprecisa, ha merecido numerosos análisis por parte de la bibliografía sobre el tema. Más allá de esto, el concepto de desarrollo sustentable sin duda nos remite a cuestiones de corte más ético que técnico, donde el bien común y la solidaridad intra e intergeneracional aparecen de manera muy clara; esta circunstancia, donde la componente ética del ser humano aparece como imprescindible en el logro de la sustentabilidad le da muchas veces al concepto de desarrollo sustentable una dimensión casi utópica. Por ello, resulta oportuno volcar las palabras de Fernando Birri:

Ella está en el horizonte. Me acerco dos pasos, ella se aleja dos pasos. Camino diez pasos y el horizonte se corre diez pasos más allá. Por mucho que yo camine, nunca la alcanzaré. ¿Para que sirve la utopía? Para eso sirve: para caminar



Fuente: Modificado a partir de Peter Nijkamp, "Regional Sustainable Development and Natural Resource Use, Word Bank Annual Conference on Development Economica, Washington D.C., 26 y 27 de abril de 1990

Figura 2. La dinámica del desarrollo sustentable y sostenible. Tomado de Dourojeanni (1999).

Recursos naturales y sociedad: los recursos de uso común y su problemática.

La definición de recursos naturales y su clásica clasificación en renovables y no renovables ha sido vista por todos desde la escuela primaria. Conviene, no obstante, recordar que un recurso natural lo es en tanto verifica tres aspectos:

- *Se definen en función de la capacidad de la naturaleza para satisfacer necesidades humanas (valor de uso, valor de no uso, valor de opción).*
- *Son parte o se obtienen a partir de un sistema natural.*
- *Su disponibilidad es función del proceso de apropiación y transformación a través de la aplicación del conocimiento (tecnología básicamente).*

También es bueno recordar que es la sociedad misma la que cataloga como recurso un elemento o proceso de la naturaleza, y que es la misma sociedad la que formaliza el paso de considerar un elemento o proceso natural como

recurso a considerarlo como amenaza. En la Figura 3 se observa la línea de promedios de un proceso físico (por ej. precipitación); en los gráficos B, C y D el pasaje de recurso a amenaza acontece por un descenso gradual en las medias, por una mayor frecuencia de eventos que exceden la banda de tolerancia y por un angostamiento en ésta última respectivamente.

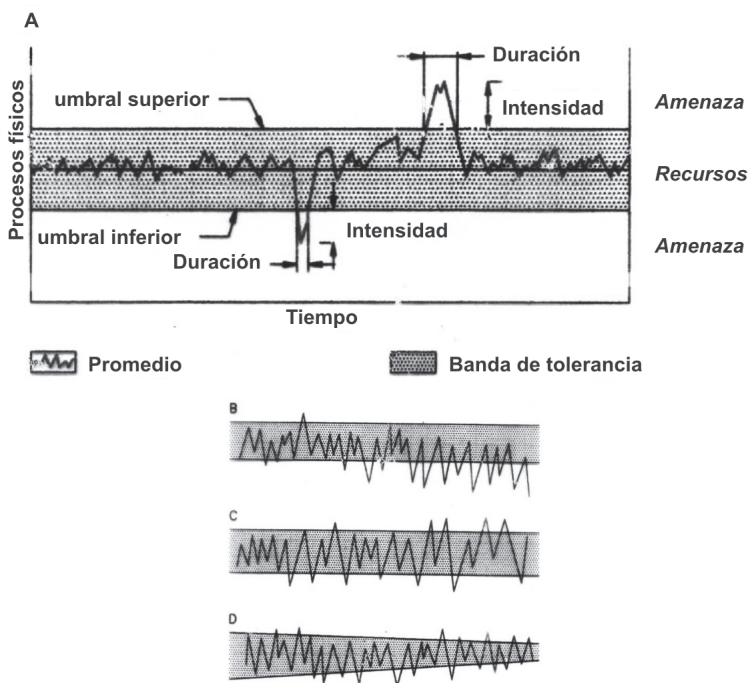


Figura 3. El paso del recurso a la amenaza. Modificado de Buekers, *et al.* (1993).

La relación sociedad – naturaleza, entonces, tiene una de sus máximas expresiones en este juego recurso-amenaza y en la dinámica propia del proceso de apropiación que cada sociedad o individuo implementa. Como menciona Gallopin (1983): “...los modos de uso de los recursos afectan inevitablemente a las leyes que gobiernan su proceso de generación y reproducción, por lo que su disponibilidad efectiva, no depende del sistema de recursos en si mismo, sino del sistema social y económico que lleva a cabo su uso”.

A lo largo de la historia la apropiación de recursos naturales por parte de la sociedad ha transitado por 4 modelos básicos:

- Explotación: obtener el máximo posible de ese recurso, en tanto materia prima, abandonar el lugar y continuar en otro.
- Preservación: resguarda de la explotación recursos valiosos especialmente por su valor de no uso.
- Utilitaria: intenta una explotación que tenga en cuenta los ciclos naturales de reposición o reproducción, etc.
- Sustentable: basada en la premisa tríplica de sustentabilidad económica, ecológica y social.
- Si bien estos modelos siguen la evolución histórica en el orden presentado, es claro que en la actualidad los cuatro son coexistentes.

En tanto recurso natural, la explotación del agua subterránea (a modo de ejemplo) verifica estas 4 aproximaciones, tal como se muestra en la Figura 4).

Desde este punto de vista, es importante también tener en cuenta que en muchas ocasiones el recurso hídrico verifica las características propias de un recurso de uso común (RUC); autores que han trabajado mucho este tema, como E. Ostrom, refieren con este término aquel sistema de recursos naturales, o contruidos por el hombre, que es lo suficientemente grande como para volver muy dificultosa (aunque no imposible) la exclusión de usuarios potenciales de los beneficios de su uso. Es importante aclarar que el término RUC no refiere a la forma en que las personas manejan el recurso, ni a su régimen de propiedad, sino que alude a dos atributos propios de ese recurso: uno es la ya mencionada dificultad de exclusión de potenciales usuarios (por ejemplo la posibilidad de excluir a quienes no colaboran en su uso correcto o no procuran evitar la contaminación); la segunda es conocida como rivalidad en consumo o sustractibilidad y refiere a que la porción de ese recurso consumida o utilizada por un usuario deja de estar disponible para otro; es decir, está en relación con una oferta limitada.

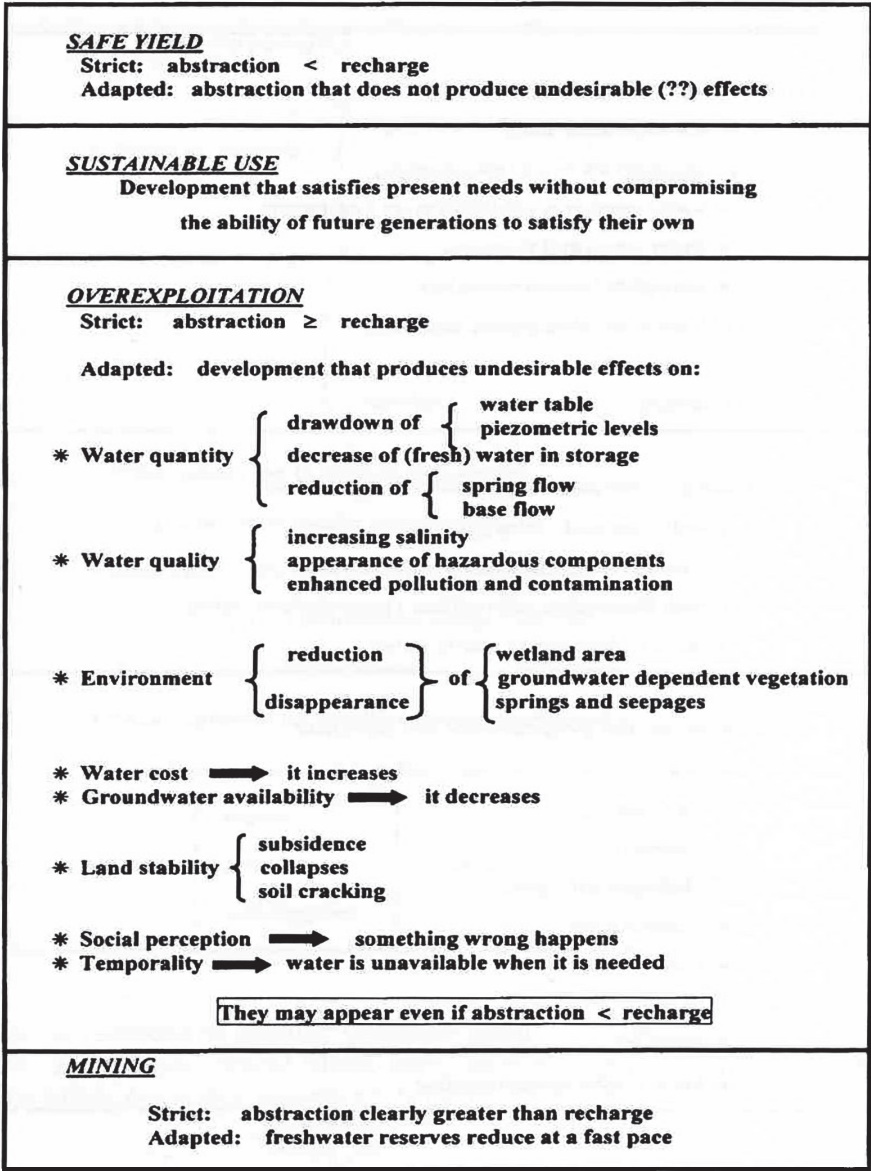


Figura 4. Modelos de explotación en acuíferos. Tomado de GWP, 2005.

En la bibliografía se mencionan siete características que generan problemas de coordinación en la gestión de RUC, ellas son:

1. Acciones de algunos, no de todos, son suficientes para que los miembros del grupo disfruten del bien.
2. Si este bien se logra será accesible a todos, incluso para los que no han contribuido.
3. Es difícil establecer un mecanismo para impedir que los no contribuyentes disfruten del bien.
4. A cada contribuyente le cuesta algo contribuir
5. El valor de lo que uno gana, si se obtiene el bien, supera ese costo individual.
6. Cada individuo persigue su propio bienestar.
7. Los individuos entran inevitablemente en un proceso de competencia.

Como bien indica la premisa 4, contribuir implica, de una manera o de otra, un costo; por ello no debemos dejar de considerar las siguientes cuatro premisas, inherentes a nuestro comportamiento en relación con el cuidado del recurso:

1. Lo más preferido: que otros hagan el esfuerzo
2. Que todos hagamos el esfuerzo.
3. Que ninguno se esfuerce.
4. Lo menos preferido: que yo sea el que realiza el esfuerzo y los otros no

Todo esto hace que gestionar un recurso de uso común sea una tarea donde los actores involucrados deben necesariamente ser protagonistas. La gestión o los mecanismos exitosos de gestión de los RUC, entonces (es decir, su gobernabilidad) se basan en la implementación de estrategias de cooperación entre los actores involucrados, fundamentadas en tres premisas:

- a) la capacidad del grupo en reconocerse capaz de gobernarse a sí mismo,

- b) la capacidad de establecer reglas para regular el acceso y usufructo de los recursos naturales,
- c) la capacidad de cumplir y hacer cumplir las reglas mediante mecanismos de supervisión y sanción entre los actores.

La gestión integrada de recursos hídricos

Uno de los hitos mundiales que ha servido como plataforma de lanzamiento de la visión GIRH fue la Conferencia sobre el Agua y el Medio Ambiente, llevada a cabo en Dublín, en 1992 (Conferencia de Dublín). Esta reunión contó con la participación de expertos de cien países y representantes de otros ochenta, tanto gubernamentales como no gubernamentales, y adoptó los siguientes principios guía:

Principio No. 1: El agua es un recurso finito y vulnerable, esencial para el sostenimiento de la vida, el desarrollo y el medio ambiente.

Dado que el agua es fundamental para el sostenimiento de la vida, su manejo demanda un enfoque holístico, con un balance adecuado entre el desarrollo social y el económico y la protección de los ecosistemas. Un manejo efectivo de los recursos hídricos requiere de la articulación de los diferentes usos de la tierra y el agua a través de las grandes cuencas de captación y/o de los acuíferos.

Principio No. 2: El desarrollo de los recursos hídricos y su manejo deberá basarse en un enfoque participativo, involucrando a todos los usuarios, planificadores y formuladores de políticas a todos los niveles.

Un enfoque participativo involucra la formación de conciencia sobre la importancia del agua entre los formuladores de políticas y el público en general. Esto significa que las decisiones se tomen al nivel más bajo apropiado, involucrando amplias consultas con todos los usuarios en la planificación e implementación de proyectos relacionados con el agua.

Principio No. 3: La mujer juega un papel central en la provisión, manejo y protección del agua.

El rol fundamental de las mujeres como usuarias del agua pocas veces ha sido tenido en cuenta en los arreglos institucionales para el desarrollo y manejo de los recursos hídricos. Aceptar e implementar este principio implica políticas dirigidas a las necesidades de género en relación con su participación a todos los niveles en los programas relacionados con el agua, incluyendo la toma de decisiones.

Principio No. 4: El agua tiene un valor económico en todos sus usos y debe ser reconocida como un bien económico.

Dentro de este principio, es vital reconocer en primera instancia el derecho básico que tienen todos los seres humanos de tener acceso a aguas limpias y saludables a un precio accesible. Los errores del pasado al no reconocer el valor económico del agua condujeron al derroche y usos ambientalmente insostenibles del recurso. Manejar el agua como un bien económico es una forma importante para alcanzar su uso eficiente y equitativo y para promover su protección y conservación.

Otro de los acuerdos internacionales en los que la GIRH encuentra amplia afinidad son los Objetivos de Desarrollo del Milenio (ODM), que es una iniciativa de carácter global, firmada por 189 países, que data del año 2000 a partir de la Declaración del Milenio en las Naciones Unidas. Sobre la base de esta Declaración se establecieron un conjunto conciso de objetivos y metas cuantificables a alcanzarse en el año 2015 con los correspondientes indicadores numéricos internacionalmente convenidos a partir de los cuales se puede evaluar el progreso general.

Los ODM son:

1. Erradicar la pobreza extrema y el hambre.
2. Educación Universal.
3. Igualdad entre los géneros.
4. Reducir la mortalidad infantil.

5. Mejorar la salud materna.
6. Combatir el VIH/SIDA.
7. Sostenibilidad del medio ambiente.
8. Fomentar una asociación mundial.

Los ODM en Argentina son nueve y tienen metas e indicadores para su seguimiento. Incluyen cuestiones tratadas en las principales conferencias y cumbres mundiales sobre la problemática del desarrollo desde 1990. A los objetivos internacionalmente convenidos, la Argentina incorporó el de “Promover el trabajo decente”, en la convicción de que una sociedad justa e inclusiva se construye garantizando empleo digno a todos sus habitantes.

Ellos son:

1. Erradicar la pobreza extrema y el hambre.
2. Alcanzar la educación básica universal.
3. Promover el trabajo decente.
4. Promover la igualdad de género y la autonomía de la mujer.
5. Reducir la mortalidad infantil.
6. Mejorar la salud materna.
7. Combatir el VIH, la Tuberculosis y el Chagas.
8. Asegurar un medio ambiente sostenible.
9. Promover una asociación global para el desarrollo.

Las metas propuestas deben alcanzarse en el año 2015, habiéndose determinado 1990 como año base para observar la evolución y el mejoramiento relativo de los indicadores seleccionados durante el período establecido.

Como ya se ha mencionado, la GIRH es un proceso y como todo proceso de gestión, atañe al presente con visión de futuro; gestionar es accionar, y para ello es necesario tener previamente en claro cuál es la meta, el objetivo a lograr. En este sentido el objetivo final de la gestión puede estar motorizado por una o más de las siguientes motivaciones:

- Cumplir con estándares de calidad – cumplir con legislación.
- Costo/beneficio en los casos donde hay expectativa de lucro.
- Aspiraciones éticas, como la equidad de acceso, la sustentabilidad (inter e intra-generaciones) y la calidad de vida.
- Aspiraciones estéticas.
- Preservar vidas/bienes.
- Prevención de riesgos (de contaminación en el caso más típico).

No puede, entonces, llevarse a cabo una adecuada gestión si antes no se ha planificado; la planificación se dirige al futuro, considerando el presente, es decir, considerando la situación actual y la situación a la que se pretende llegar (Figura 1).

Gestión integrada y Planificación Territorial

El concepto de planificación territorial involucra un proceso que tiene como objetivo la asignación de usos del territorio con vistas a compatibilizar, de la mejor manera posible, la citada dualidad hombre - recursos y procesos naturales. Como ejemplo, vale mencionar la definición de la Conferencia de las Naciones Unidas sobre Medio Humano (realizada en Estocolmo en 1972) que indica: “la planificación nacional constituye un instrumento indispensable para conciliar las diferencias que puedan surgir entre las exigencias del desarrollo y la necesidad de proteger y mejorar el ambiente”. En este contexto, algunos autores incorporan explícitamente el concepto de “calidad de vida”; otros, priorizan el uso de los recursos naturales sobre el del espacio físico en sí.

Es muy frecuente encontrar en la literatura términos como “Planificación Territorial”, “Ordenamiento Territorial”, “Manejo Ambiental”, “Planificación de toma de decisiones”, “Planificación de usos del territorio”, “Planificación espacial”, entre los más frecuentes que, si bien difieren en su abarcabilidad, son coincidentes en cuanto a considerarla como un proceso complejo integrado por diferentes etapas. En este sentido, es representati-

vo el siguiente esquema que considera siete etapas:

- a) Identificar y definir objetivos.
- b) Recolectar, analizar e interpretar datos.
- c) Desarrollar y testear alternativas.
- d) Formular planes de utilización del suelo.
- e) Revisarlos y adoptar uno de ellos.
- f) Implementación de dicho plan.
- g) Revisar y modificar estrategias.

En cuanto a los niveles o escalas de planificación, es habitual que los autores indiquen que la aproximación a las diferentes zonas geográficas puede hacerse con distintos grados de intensidad; en general se reconocen en el proceso de planificación tres niveles:

- Nivel de planificación “macro”: es de reconocimiento a escala nacional, con datos de índole estadística donde se refleja entre otras variables: población, edades y actividad de la misma, recursos naturales, principales conflictos ambientales. Se utilizan mapas de escala menor o igual a 1:200.000.
- Nivel de planificación “meso”: es de carácter regional, tiene por objetivo definir, en un territorio dado, cuáles son las mejores ubicaciones para las diferentes actividades a desarrollar y establecer posibles conflictos entre las distintas actividades. La escala de trabajo oscila entre 1:25.000 y 1:200.000.
- Nivel de planificación “micro”: se refiere a estudios de gran detalle cuyo objetivo es la implantación de proyectos específicos muy bien definidos (relleno sanitario, urbanización, reforestación, etc.). Se seleccionará el sitio exacto de su ubicación, a menudo trabajando con mapas de escala 1:10.000 y mayores.

Entonces, el uso del término “Planificación Territorial” como adaptación del término inglés más frecuentemente usado (“Land-use Planning”) aparece como recomendable. Se entiende por tal al relevamiento y análisis

del medio físico (o natural) y del medio humano (o construido), a fin de regular el uso del espacio físico y de los recursos naturales en función de la máxima compatibilidad entre actividades y medio. Asimismo, es lícito considerar la planificación territorial como una etapa de un proceso más abarcativo denominado “Gestión Ambiental”. Este proceso, que se inicia con la planificación territorial, continúa con la promulgación de leyes, ordenanzas o decretos que permitan llevar a la práctica lo planificado. La sumatoria de planificación y legislación define el concepto de Ordenación Territorial. Es necesario que exista seguimiento y control del desarrollo del proyecto para completar el proceso de Gestión Ambiental (Figura 5).

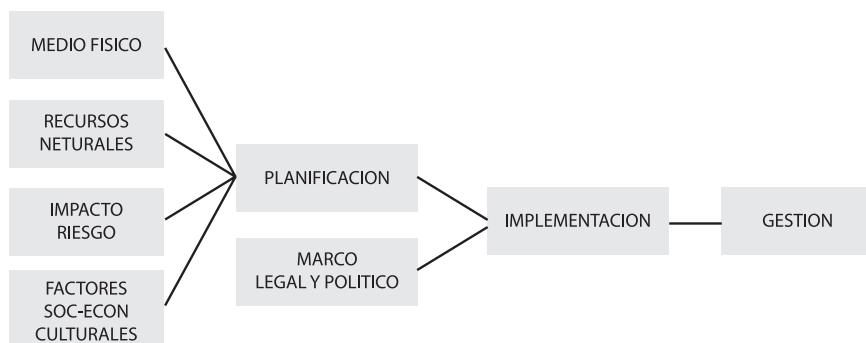


Figura 5. El proceso de gestión ambiental. Tomado de Massone (2003).

Alcances del proceso de GIRH

Como menciona Axel Dourojeanni, uno de los mayores obstáculos en todas las iniciativas de GIRH es que se parte por definir una ley y una organización con su sistema de gestión sin tener claro que esperan lograr con ello.

Y nada de todo esto puede lograrse si no se tiene un adecuado conocimiento de los distintos aspectos que se vinculan a la GIRH (Figura 6):

-El ciclo hidrológico en su totalidad. Se tienen en cuenta los intereses de las zonas situadas aguas arriba y aguas abajo (en toda la cuenca, también

más allá de las fronteras nacionales), así como las fuentes hídricas superficiales y subterráneas, y, lo que es más importante, las precipitaciones.

-Todo el espectro de intereses sectoriales. El desarrollo y la gestión integrados implican una coordinación más estrecha entre las instituciones, que a menudo se centran en sectores concretos, la participación de las partes involucradas en la toma de decisiones y la consideración de aquellos actores que carecen de voz y voto (como el medio ambiente).

-Las necesidades futuras, como las que corresponden a las generaciones venideras en el marco del desarrollo sustentable.

-La gestión del agua como recurso, así como el marco de gobernabilidad para el suministro de los servicios hídricos a las partes involucradas.



Figura 6. Distintos aspectos relacionados con la Gestión Integrada de Recursos Hídricos.

En definitiva, se trata de la poco sencilla tarea de integrar 3 grandes aspectos:

- **OFERTA:** y aquí considerar la complejidad de los sistemas naturales, que son dinámicos y cuya localización y características en el espacio y en el tiempo es variable, como variable es también su cantidad y calidad.

- **DEMANDA:** es decir el agua como recurso para la sociedad pero también como fuente imprescindible de sostén de ecosistemas. Personas, comunidades, organizaciones de distinto tipo están involucradas y ello genera frecuentes conflictos.

- **POLÍTICAS:** que deben basarse en criterios claros, con generación de opciones, apoyadas en legislación y pautas que en lo posible deberían ser consensuadas (aplicando una visión PC-CP, es decir, “del conflicto potencial al potencial de cooperación”); en síntesis, incluye todo el proceso de toma de decisiones. Este componente político conduce a la importancia que tiene establecer, como marco de referencia nacional, los Principios rectores de política hídrica (pueden consultarse en: <http://www.cohife.org.ar>)

Por todo esto, se menciona siempre que la GIRH debe ser:

INCLUSIVA, PARTICIPATIVA y CONSENSUADA

Gobernabilidad y GIRH

La conjunción de los 3 aspectos antes mencionados, y en esto hay una coincidencia unánime, está muy vinculada a una correcta gobernabilidad del agua. Gobernabilidad y gobernanza del agua son dos conceptos muy trabajados desde su marco teórico.

En el contexto del UNDP (United Nations Developing Program), al concepto gobernabilidad se le atribuyen tres pilares: económico, político y administrativo.

- La gobernabilidad económica incluye procesos de toma de decisión que afectan a las actividades económicas de los países y a sus relaciones con otras económicas.
- La gobernabilidad política es el proceso que consiste en tomar decisiones para formular políticas;
- La gobernabilidad administrativa es el sistema de implementación de esas políticas.

Son condiciones necesarias, para una correcta gobernabilidad: la capacidad de inclusión, la responsabilidad, la participación, la cooperación, la transparencia y la capacidad de respuesta. Si el sistema de gobierno no cumple, entonces la gobernabilidad es deficiente. En este sentido, el Programa Mundial de Evaluación de Recursos Hídricos (www.unesco.org/water/wwap) menciona once indicadores de gobernabilidad eficaz del recurso hídrico, entre ellos:

Transparencia: administración clara, abierta, confiable, honesta sobre el recurso, de tal manera que los usuarios y sus representantes tengan confianza mutua en la toma de decisiones, en particular a la hora de definir y administrar recursos financieros.

Participación: tiene que ser activa y en todas las fases de los procesos decisivos de las cadenas de gestión política y técnica, pero sobre todo debe ser corresponsable en la toma de decisiones y en el cumplimiento de los acuerdos de las redes de usuarios del recurso.

Capacidad de medición: lograr mecanismos de control, vigilancia y medición en la eficiencia de un recurso hídrico debe partir de reconocer los parámetros tangibles de control del recurso.

Coherencia: las acciones y las decisiones deben ser comprendidas con claridad, al mismo tiempo que no se pueden plantear metas que rebasen los umbrales y la capacidad de mantener el acuífero.

Equidad: este factor será el más difícil de lograr, ya que para que sea posible se requiere de coherencia, participación, eficiencia y eficacia en el manejo del agua entre los distintos usuarios, así como una buena administración. No obstante, la equidad distributiva de un recurso escaso, como lo es el agua subterránea en las zonas de alta sequía, se convierte en un paradigma decisorio entre los principales destinos de su uso. Así para unos, sin duda alguna, el agua para el consumo humano en las ciudades deberá tener prioridad sobre los otros usos; pero para otros, el recurso hídrico en la agricultura deberá tener preferencia sobre todos los demás usos.

Eficiencia: lograr las metas de un buen manejo de recurso con las técnicas y tecnologías al alcance; garantizar un reparto efectivo del agua entre los usuarios integrantes del consenso; prever las eventualidades y transparentar las dificultades en la búsqueda de soluciones que lleve a una buena administración del acuífero.

Integralidad: en cierta manera, la equidad descrita anteriormente podrá ser analizada desde la lógica de la integralidad de un recurso; es decir, la gobernabilidad deberá considerar todos los aspectos y prioridades de los usuarios dentro de una cuenca hidrológica, medir sus interrelaciones, así como los impactos entre sus usuarios y otros afectados fuera de la cuenca.

Sustentabilidad: la gobernabilidad del agua deberá considerar sobre todo a los usuarios futuros y potenciales, de tal manera que el uso del recurso en la actualidad garantice los factores exponenciales de uso de los futuros usuarios.

Ética: los principios éticos se basan fundamentalmente en reconocer que el recurso hídrico es un recurso común, el cual demanda necesariamente una acción colectiva y cooperativa que lleva implícita la participación de grupos organizados. Ninguna decisión individual deberá ir por encima y afectar los beneficios colectivos. Este principio es fundamental en la lógica de la gobernabilidad de un recurso tan importante como el hídrico.

Diversos autores coinciden en señalar que parece apropiado restringir el uso del concepto de gobernanza para el análisis de las relaciones Estado y sociedad en sus distintos niveles jurisdiccionales cuando el objeto se refiere a políticas públicas, mientras que el concepto de gobernabilidad resulta más pertinente para una lectura más amplia de las relaciones Estado, sistema político y sociedad, es decir, para el análisis de los sistemas sociales y no para sus partes. Por ello, es posible plantear paradigmas o modelos de gobernabilidad como herramienta analítica y no existen modelos o paradigmas de gobernanza sino formulaciones normativas de “buen gobierno” o estudios puntuales de interacción entre actores, reglas, políticas públicas y niveles de gobierno.

Actores Sociales y GIRH

A partir de esta línea de pensamiento, es claro que la efectividad de un proceso de GIRH tendrá mucho que ver con la correcta identificación de los actores sociales (stakeholders) involucrados; una gran parte de las definiciones de “stakeholders” están basadas en la que dio Freeman en su trabajo seminal de 1984. Se refiere a todo aquel (individuo, organización, etc.) que afectan o son afectados por una decisión o acción (llamados también stakeholders activos o pasivos). En otros casos hay autores que brindan definiciones más estrictas: “grupos o individuos sin cuyo soporte la organización dejaría de existir” o más amplias: aquellas que incluyen no solo las entidades tangibles sino también la percepción, el respeto por las generaciones pasadas, etc.

El llamado Análisis de Actores (stakeholders analysis) es una manera de generar información sobre los “ACTORES RELEVANTES” para entender su comportamiento, intereses, agendas e influencias sobre el proceso de toma de decisiones; básicamente, es posible identificar 3 tipos o racionalidades de análisis (Figura 7):

- Análisis descriptivo: solo describe la relación entre un fenómeno particular y los actores.

- **Análisis normativo:** muy frecuente en política y en las áreas de desarrollo y manejo de RRNN. Enfatiza la legitimación del involucramiento de actores, y su “empowerment” en el proceso de decisión. En este contexto, el análisis de actores ha sido usado para legitimar decisiones, mediante la participación de actores clave.
- **Análisis Instrumental:** es más pragmático, y muy aplicado para entender cómo las organizaciones y los tomadores de decisión pueden identificar, explicar y manejar el comportamiento de actores a fin de obtener los objetivos buscados.

Un análisis de tipo descriptivo y en su primer paso (identificación) suele ser algo relativamente sencillo de aplicar y en general brinda una buena cantidad de información; en el paso 2 se logra un avance importante con la categorización analítica (en especial con la matriz interés-influencia); del tercer paso, es sumamente útil la matriz de interacción de actores ya que brinda un panorama de cómo son vistos cada uno de ellos por los demás.

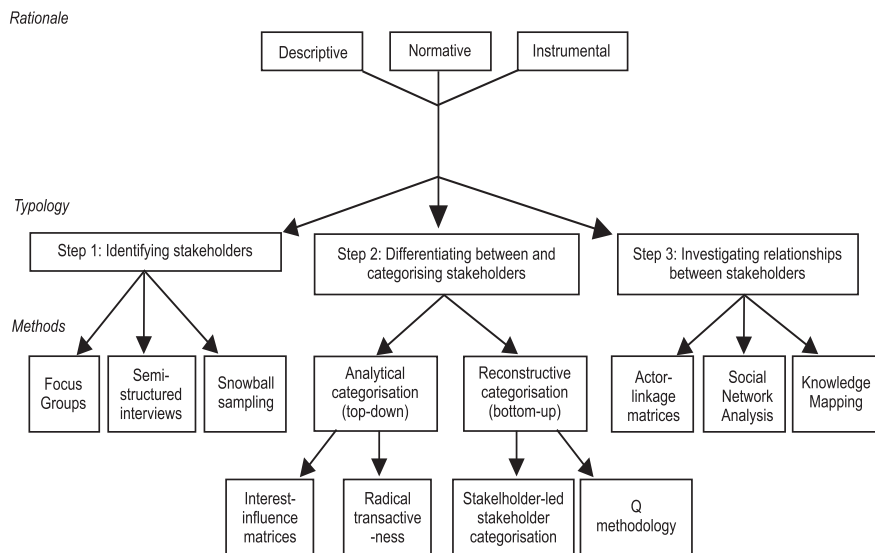


Figura 7. Racionalidad, tipología y metodología en el análisis de actores (tomado de Reed *et al*, 2009).

Problemas y Limitaciones en la GIRH

Los principales problemas y limitaciones que existen en América Latina y El Caribe para lograr la gestión sostenible e integral del agua, son entre otros:

-Ausencia de políticas estatales integrales, articuladas con las políticas de ordenamiento y planificación territorial.

- Gestión fragmentada del recurso.
- Superposición de funciones y competencias entre sectores y niveles territoriales.
- Alto número de instituciones con responsabilidades en el manejo del recurso hídrico.
- Crecimiento de la población y de los patrones de consumo.
- Desarrollo inadecuado de obras de infraestructura.
- Disminución de la cantidad y la calidad del agua.
- Falta de mecanismos que permitan incorporar las externalidades en la valoración del recurso y los ecosistemas.
- Sobreexplotación del recurso pesquero.
- Introducción de especies exóticas.
- Ausencia de indicadores integrales de seguimiento.
- Creciente impacto de desastres naturales, muchos de ellos activados por procesos antrópicos, tal como inundaciones, huracanes, etc.

Las Naciones Unidas, en su Informe sobre el desarrollo de recursos hídricos en el mundo, mencionan que existe un creciente reconocimiento de la necesidad de un esfuerzo global sostenido para alcanzar los inmensos retos de la gestión de los recursos hídricos de la Tierra. En la CMDS de 2002, los países participantes acordaron reducir a la mitad la proporción de personas que carecen de un acceso seguro al agua potable y a servicios de saneamiento seguros para 2015 (Meta 10 de los Objetivos de Desarrollo del Milenio) y a reducir de manera sustancial la tasa de pérdida de biodiversidad en los ecosistemas acuáticos para 2010. Lograr estos dos objetivos constituye un reto mayor. La implementación de planes de GIRH

a escala local y regional, el uso cada vez mayor de enfoques ecosistémicos centrados en las cuencas fluviales y su interacción con las zonas costeras, el desmantelamiento de presas en Norteamérica y Europa y los numerosos proyectos de restauración de humedales y ríos que se están llevando a cabo en todo el mundo indican que estos compromisos se empiezan a tomar en serio, a pesar de que el cambio sea lento y no se esté produciendo en todas las partes del mundo.

Sin duda la distancia entre la teoría y la práctica, en el campo de la GIRH es a veces muy grande, toda vez que el equilibrio entre ambas no es sencillo de lograr, y este es uno de los grandes desafíos de la aproximación GIRH, tal como se plasma en la caricatura de la Figura 8.



Figura 8. El desafío de compatibilizar teoría y práctica. Tomado de Pangare *et al.* (2006).

Referencias

- BANDARAGODA D., (2000). A Framework for Institutional Analysis for Water Resources Management in a River Basin Context. International Water Management Institute. Working paper 5.
- BETTINGER P y BOSTON, K., (2001). A Conceptual Model for Describing Decision-Making Situations in Integrated Natural Resource Planning and Modeling Projects. *Environmental Management* 28 (1): 1–7.
- BUEKERS *et al.*, (1993). Risk Analysis, in: B. Nath (Ed.), *Environmental Management, Instruments for Implementation*. 59-90.
- BURBY R, (1998). *Cooperating with Nature. Confronting natural hazards with land-use planning for sustainable communities*. Joseph Henry Press, Washington, 356 pp.
- CAP-NET, (2008). *Gestión Integrada de los Recursos Hídricos para Organizaciones de Cuencas Fluviales. Manual de Capacitación*. 104 pp.
- CHIRAS D y J REGANOLD, (2005). *Natural Resources Conservation: management for a sustainable future*. Pearson, USA, 643 pp.
- DOUROJEANNI A., (1999). *La dinámica del desarrollo sustentable y sostenible. Manuales de CEPAL*, 10, 128 pp. Santiago, Chile.
- DOUROJEANNI A., (2010). *Protocolos, Lineamientos, Definiciones Aplicables a la Gestión Integrada de Recursos Hídricos por Cuenca Hidrográfica*. SENAGUA, ECUADOR.
- ENGER E y B SMITH., (2006). *Environmental Science*. Mc Graw-Hill, NY-USA, 475 pp.

- GALLOPIN G., (1983). La incertidumbre, la planificación y el manejo de los recursos naturales renovables. Rev. Dos Puntos, 43-46.
- GARCÍA R., (1994). Interdisciplinariedad y sistemas complejos. E. Leff (Ed.), Ciencias Sociales y Formación Ambiental. Gedisa Editorial, 85-124.
- HOUSTOUN H., (1994). Proyectos Verdes. ED. Planeta, Biblioteca de Ecología, 159 pp.
- GENTES I., (2010). Gobernanza, gobernabilidad e institucionalidad para la gestión de cuencas. Estado de arte. Seminario Internacional “Cogestión de cuencas hidrográficas experiencias y desafíos”. Costa Rica.
- GRIMBLE R y K WELLARD, (1997). Stakeholder Methodologies in Natural Resource Management: a Review of Principles, Contexts, Experiences and Opportunities Agricultural Systems, 55 (2): 173-193.
- GWP (GLOBAL WATER PARTNERSHIP), (2009). Manual para la Gestión Integrada de Recursos Hídricos en Cuencas. 112 pp.
- HALL A., (2002). Introducción de una gobernabilidad eficaz para el agua. GWP, 26 pp.
- HOFWEGEN P y F JASPERS., (2000). Marco analítico para el manejo integrado de recursos hídricos. BID, 92 pp.
- JOURAVLEV A., (2003). Los Municipios y la Gestión de los Recursos Hídricos. CEPAL, División de Recursos Naturales e Infraestructura, Serie 66, 70 pp.
- LEFF E., (1994). Ecología y Capital. Racionalidad ambiental, democracia participativa y desarrollo sustentable. Siglo veintiuno editores, México, 437 pp.

- MAYORGA F y E CORDOBA., (2007). Gobernabilidad y Gobernanza en América Latina, Working Paper NCCR Norte-Sur IP8, Ginebra. No publicado.
- MASSONE H., (2003). Geología y Planificación Territorial en la Cuenca Superior del Arroyo Grande, provincia de Buenos Aires. Tesis de Doctorado UNLP, inédita, 295 pp.
- NATH B; HENS L; COMPTON P y D DEVUYST (Eds.), (1993). Environmental Management, VUBPress, Bruselas, 252 pp.
- NEBEL B y R WRIGHT, (1999). Ciencias Ambientales. Ecología y Desarrollo Sostenible. Prentice Hall (Ed.) 698 pp.
- NOVO VILLAVERDE M y R TEBAR (Comp.), (1999). La Interpretación de la Problemática Ambiental: enfoques básicos, I y II. Fundación Universidad-Empresa, Madrid, 305 pp.
- PANGARE V y G PANGARE, (2006). Global perspectives on integrated water resources management. World Water Institute (Pune, India), Viraj Shah.
- PNUD, (1990). Nuestra Propia Agenda sobre desarrollo y medio ambiente. Fondo de Cultura Económica, 103 pp.
- OSTROM E., (2008). Governing the Commons. The evolution of Institutions for Colective Action. Cambridge University Press, 280 pp.
- PARIS M., (2007). Aguas Subterráneas, Gestión Integrada y Sustentabilidad Ambiental. I Congreso Internacional del Agua y El Ambiente. Bogotá, 10 pp.
- REED M; A GRAVES; N DANDY; H POSTHUMUS; K HUBACEK; J MORRIS; C PRELL; C QUINN y L STRINGER. (2009). Who's in and why? A typology of stakeholder analysis methods for natural resource management. Journal of environmental management 90: 1933–1949.

- REES J., (2002). Risk and Integrated Water Management. GWP Tech Background Papers, 6. 74 pp.
- SAYDS (SECRETARÍA DE AMBIENTE Y DESARROLLO SOSTENIBLE), (2009). Sistema de indicadores de Desarrollo Sustentable de Argentina. Disponible en: <http://www.ambiente.gov.ar>
- UN, (2006). 2° Informe de las Naciones Unidas sobre el desarrollo de los recursos hídricos en el mundo: “El agua, una responsabilidad compartida”.
- UNESCO, (2009). Water in a Changing World. World Water Development Report 3. 349 pp.
- WWAP (WORLD WATER ASSESSMENT PROGRAM), (2009). UN World Water Development Indicators Report. Disponible en: <http://webworld.unesco.org>

La participación social en la gestión integrada del agua

Claudia Mazzeo.

Instituto Nacional de Tecnología Industrial (INTI).

Av. Genera Paz 5445 San Martín Provincia de Buenos Aires CP(B1650WAB).

claummaa@yahoo.com.ar

Introducción

La crisis que experimenta el modelo neoliberal en todo el mundo ha ocasionado en los países en desarrollo un creciente deterioro de la calidad de vida de sus habitantes, el que se traduce en desnutrición, analfabetismo, aumento de la mortalidad infantil, reaparición de enfermedades relacionadas con la pobreza, desempleo, degradación del ambiente y empobrecimiento generalizado.

En contraposición con la visión de diferentes organismos internacionales que apuntan a circunscribir el problema de los recursos naturales dentro de lo que se ha dado en llamar una «crisis de gobernabilidad», las sociedades civiles, en todo el mundo, han comenzado a manifestarse en contra del modelo neoliberal, haciendo oír su reclamo ante el marcado retroceso social que experimentan en distintos ámbitos, entre ellos los relacionados con el manejo de los recursos hídricos. Más allá del debate permanente sobre los modelos de gestión público-privado, la participación social surge cada vez más como la necesidad de incorporar a la gestión “la voz de los sin voz”.

En América Latina, donde un alto porcentaje de la población sobrevive con menos de un dólar diario, y donde la creciente desigualdad entre grupos sociales ocasiona cada vez más conflictos, las diferentes instancias de participación social comienzan a ser percibidas como la puerta de entrada de un cambio en el modelo de gestión. Así, en el seno de la sociedad, comienzan

a aparecer diferentes agrupaciones que buscan influir de manera activa en distintos procesos que guardan relación con la preservación de distintas formas de vida, el desarrollo sostenible, la reducción de la pobreza, los derechos laborales y sociales en general, y el cese de la corrupción ¹.

Algunos antecedentes de este nuevo modo de participación social en la región han sido el reclamo popular que desembocó en el cierre de la empresa Celulosa Arauco y Constitución (Celco) en Valdivia, Chile, luego de que la sociedad civil hiciera oír su reclamo ante la contaminación del río Cruces; las protestas masivas del pueblo boliviano –que terminaron en la renuncia del presidente Carlos Mesa y su antecesor–, iniciadas en 2000 con las manifestaciones registradas en Cochabamba, en reacción por el alto costo del agua impuesto tras la privatización del servicio. En la Argentina, las protestas por las minas de Esquel (Chubut) y Famatina (La Rioja); la convocatoria a un plebiscito general lanzada por los pobladores de la ciudad de Santa Fe, frente al deterioro de la calidad del agua potable y la proliferación de maniobras «non sanctas» por parte de la empresa privatizadora de agua; o las movilizaciones argentino-uruguayas sobre el puente San Martín, en relación con las llamadas pasteras, en las márgenes del río Uruguay.

La participación busca, asimismo, revertir la crisis de gestión que experimentan las instituciones, y en especial aquellas relacionadas con el manejo de los recursos naturales que comienzan a ser percibidos como un bien común. En ese camino, también se van gestando propuestas de participación desde los gobiernos e instituciones del Estado.

En lo que respecta específicamente al agua, es preciso tener presente que en América Latina alrededor de 80 millones de personas carecen de servicios de agua potable y 120 millones no tienen servicios de saneamiento, situa-

1 - En la Argentina, la crisis de diciembre de 2001, que precipitó el final del mandato del entonces presidente Dr. Fernando de la Rúa, inmortalizó la frase “que se vayan todos” como una síntesis del repudio generalizado hacia lo percibido socialmente como la corrupción generalizada de funcionarios y políticos.

ción que se agrava día a día debido a una creciente contaminación hídrica. A pesar de los abundantes recursos que posee la región (30% de las reservas hídricas mundiales), algunos países se encuentran en estado de «estrés hídrico», y su disponibilidad de agua no alcanza para abastecer a la población.

Más allá de las utilidades del agua en la agricultura, en la producción eléctrica o en la industria, los ríos, los lagos, los humedales, los bosques y los acuíferos, desempeñan funciones claves, tanto para la biosfera, como para el sustento y la cohesión de las comunidades, al tiempo que representan bienes comunes naturales que marcan la identidad de territorios, pueblos y culturas.

Por otra parte, existe también un incipiente movimiento desde los gobiernos e instituciones del Estado que valoriza la participación social en la toma de decisiones. En tal sentido, la Conferencia Internacional Sobre Agua y Medio Ambiente (CIAMA) celebrada en Dublín, en enero de 1992 es un claro precedente, ya que en ella se concluyó que para modificar la situación que padecen los países en desarrollo era necesaria la participación, desde las altas esferas del gobierno hasta las pequeñas comunidades, en la evaluación, aprovechamiento y gestión del agua.

Entre las declaraciones ambientales internacionales existe consenso en que la Declaración de Río, de 1992, sobre Ambiente y Desarrollo, cristalizó las normas de involucramiento social emergente en el Principio 10.

En el caso particular de la Argentina, la Ley General del Ambiente (Ley 25675) busca servir de guía para ordenar el marco normativo sobre esa temática en el país, incluyendo en su texto la participación ciudadana. Sancionada y promulgada en noviembre de 2002, señala, entre otros puntos, la importancia de garantizar el derecho de toda persona a acceder a la información ambiental, y promueve la participación responsable en procesos de toma de decisiones, «así como en la definición y aplicación de las políticas y medidas relativas al ambiente y los componentes que sean adoptadas en cada uno de los niveles de gobierno».

Artículo 19º) Toda persona tiene derecho a ser consultada y a opinar en procedimientos administrativos que se relacionen con la preservación y protección del ambiente, que sean de incidencia general o particular, y de alcance general.

Artículo 20º) Las autoridades deberán institucionalizar procedimientos de consultas o **audiencias públicas** como instancias obligatorias para la autorización de aquellas actividades que puedan generar efectos negativos y significativos sobre el ambiente.

La opinión u objeción de los participantes no será vinculante para las autoridades convocantes; pero en caso de que éstas presenten opinión contraria a los resultados alcanzados en la audiencia o consulta pública deberán fundamentarla y hacerla pública.

Artículo 21º) La participación ciudadana deberá asegurarse, principalmente, en los procedimientos de evaluación de impacto ambiental y en los planes y programas de ordenamiento ambiental del territorio, en particular, en las etapas de planificación y evaluación de resultados.

La participación de la sociedad también ha sido destacada en el Acuerdo Federal del Agua, documento firmado el 8 de agosto de 2003 por representantes de las 25 jurisdicciones argentinas y que presenta los principios rectores de la política hídrica en el país.

La participación social, una necesidad impostergable

Numerosos autores definen a la participación social como un mecanismo adecuado de gestión de los recursos naturales. Diego Azqueta Oyarzun, al analizar la valoración económica de la calidad ambiental quita del centro del escenario a los especialistas o técnicos.

¿A qué niveles de calidad del aire y del agua tenemos derecho? ¿Qué grado

de no intromisión en el paisaje (a través de carreteras, viaductos, tendidos eléctricos, vallas publicitarias, etc.) podemos exigir? ¿Qué nivel de tranquilidad (ausencia de ruido)? ¿Cuáles de estos derechos son negociables, susceptibles, por tanto, de compensación, y cuáles son inalienables?

Son estas decisiones que afectan a todo un colectivo. La sociedad, al igual que ha hecho en campos como la salud, la sanidad o la educación, ha de decidir los derechos que reconoce activamente (poniendo los medios para su respeto) a sus miembros, en este terreno. No se trata, pues, de un problema técnico, sino de un proceso de decisión colectiva, democrática y participativa, que defina la situación de referencia: aquello que los miembros de la sociedad pueden exigir como un derecho, porque así se ha decidido previamente por el propio cuerpo social. Sin olvidar que estos mismos derechos que la sociedad se reconocer evolucionan con el tiempo.

Asimismo plantea que cuanto mayor es la diferencia entre el tamaño del grupo de propietarios de un recurso, y el grupo de beneficiarios por la conservación del mismo, mayor es el peligro que se cierne sobre su preservación, cuando ésta entra en conflicto con su explotación comercial. En tal sentido, los mejores gestores del recurso natural deberían ser las personas que viven del recurso, o en su entorno. Es por ello que la decisión sobre lo que debería hacerse con el recurso ha de ser tomada de la forma más general posible y, una vez hecho esto, dejar que sea quien mejor conoce el recurso, quien lo gestione (“pensar globalmente, actuar localmente”).

Las constituciones más modernas de los países democráticos contienen herramientas institucionales y jurídicas cuyo objetivo es la inclusión de la ciudadanía en el proceso de toma de decisiones y el control de las políticas públicas, más allá del voto. La Argentina ha tomado nota de ello, a partir de la Reforma Constitucional de 1994, en donde además de consagrar el derecho a un medio ambiente sano, ha establecido las herramientas y garantías legales para su efectivo cumplimiento, introduciendo además mecanismos que permiten la participación ciudadana en la toma de las decisiones públicas que afectan al medio ambiente.

Sin embargo, como sostiene Norberto Bobbio², “*el problema de los derechos fundamentales ya no consiste en su reconocimiento, sino en la posibilidad de tornarlos efectivos*”, lo cual no resultará posible si los ciudadanos no logran ejercerlos en forma plena.

En el plano local, “la sociedad argentina padeció a partir de las políticas neoliberales implementadas en las últimas décadas del siglo XX, un proceso de descomposición y desintegración que modificó el tejido social de nuestro país”, señala Fabián Bicciré, decano de la Facultad de Ciencias Políticas y Relaciones Internacionales de la Universidad Nacional de Rosario³. Bicciré sostiene además que, “Vivimos una profunda crisis de representación institucional, una evidente carencia de legitimidad del conjunto de la dirigencia política, sindical y empresarial, y una falta de credibilidad en las instituciones públicas estatales como el Parlamento, el Poder Judicial, las Fuerzas policiales, etcétera. La instalación de una cultura individualista en importantes sectores de la población, con sus consecuencias de pérdida y resquebrajamiento de los lazos de solidaridad ciudadana”.

La Reforma Constitucional del año 1994, no obstante, trajo consigo la oportunidad de encauzar legalmente un conjunto armónico de cambios, que incluyen el cuidado ambiental y la participación social

Hacia la democracia participativa

A pesar de que el acceso al agua es esencial para la vida, las comunidades han tenido en general escasa o nula participación en la toma de decisiones acerca de la gestión de los recursos hídricos, decisiones que sin duda han

2 - Norberto Bobbio, filósofo y jurista italiano, fallecido en 2004 y nacido en 1909.

3 - Bicciré, Fabián, Prólogo del libro de Faccendini (2007).

4 - Introducción general, Módulo sobre Participación Pública y Desarrollo Sustentable, Fundación Ambiente y Recursos Naturales (FARN). El texto ha sido desarrollado por FARN en cooperación con el IISD (Canadá), el REC (Hungría) y el SEI (Suecia), a través de la Red de Comunicaciones sobre Desarrollo Sostenible. <http://www.farn.org.ar/docs/pp/intro.html>

afectado su presente y su futuro, así como el de las generaciones venideras. ¿Cuál es la causa de la escasa o nula participación? Numerosos autores coinciden en señalar que la falta de participación tiene origen en una falta de educación afín y en las prácticas autoritarias ejercidas por sucesivos gobiernos autoritarios y dictatoriales que han reprimido la participación social, así como toda actividad que pudiera significar un potencial disenso con el punto de vista “oficial”.

Si bien en la última década diferentes normativas promueven la participación, en los países de América Latina el movimiento es aún incipiente y el paso de la teoría a la práctica en lo que concierne a la participación pública ralentiza aún más el proceso.

Un documento elaborado por una sociedad civil que promueve la participación social, en especial en la gestión de los recursos hídricos señala:⁴

El desafío de un modelo de desarrollo que pretenda armonizar lo económico, lo social y lo ambiental requiere de estructuras de gobierno aptas para abordar esta complejidad, a la vez que una activa participación ciudadana en las cuestiones públicas. La participación de la sociedad civil en las decisiones sobre el desarrollo es fundamental para lograr soluciones duraderas y viables.

La vida democrática moderna requiere de un rol cada vez más activo de la población. Se necesita de la participación de los miembros de la comunidad. La idea de que los gobernados sólo actúan cuando se trata de elegir y luego, valga la redundancia, son gobernados por otros sin que exista posibilidad alguna de interactuar con los gobernantes, ha quedado agotada. Ahora, al concepto de democracia representativa se le agrega la calificación de participativa.

La participación transforma al sistema democrático, le da otro dinamismo, le concede un canal de relación permanente entre los gobernantes y los gobernados. La actuación conjunta permite que las decisiones sean más

razonadas, que sean el producto de un mayor consenso, que se conozcan mejor los problemas que aquejan a una sociedad y que se busquen de manera mancomunada las posibles soluciones.

La participación permite que se transparente la actuación del gobierno, evitando de manera efectiva gran parte de los comportamientos corruptos. Asimismo, ante la aparición de conductas reprochables facilita la asunción de responsabilidades y eventualmente la aplicación de sanciones.

Para avanzar en la construcción de una democracia participativa, es necesario garantizar a los ciudadanos un marco institucional que posibilite el ejercicio efectivo de la participación en las cuestiones públicas).

¿Cuáles son los principales beneficios que aporta la participación pública en la gestión hídrica? Carl Brunch *et al.* (2005) resumen en un libro producto de varios seminarios, su experiencia a nivel internacional. El trabajo señala que la participación pública:

- Mejora la calidad de las decisiones.
- Mejora la credibilidad y el respaldo social.
- Facilita el proceso de toma de decisiones.
- Mejora la implementación y el monitoreo.

Luego de pasar revista a diferentes experiencias de participación registradas en países de África, Asia, América y Europa, el autor indica que los estándares específicos y las prácticas institucionales aún deben ser calificados de emergentes. Las instituciones están desarrollando políticas detalladas y mecanismos institucionales para proveer al público la información necesario acerca de las peculiaridades de los cursos de agua y los factores que pueden afectar estos recursos, como un modo de otorgarle sentido a la participación en la toma de decisiones y garantizar medios genuinos de participación para los afectados que permitan corregir las consecuencias negativas del mal manejo de los recursos hídricos a escala internacional.

El citado autor afirma asimismo que son tres los pilares que sostienen el involucramiento de la sociedad. Estos son: el acceso a la información, la participación y la justicia. En la Argentina, la Fundación Ambiente y Recursos Naturales también realiza ese señalamiento, haciendo énfasis en la importancia de consolidar esos tres puntales.

¿Qué es la participación?

La participación ciudadana puede ser entendida, desde un criterio amplio, como el involucramiento de los ciudadanos en los asuntos públicos. Se trata de cualquier proceso que implica al público en la resolución de problemas o toma de decisiones y que emplea la información o las opiniones vertidas por esos actores en la toma de decisiones con el objeto de mejorar los resultados finales.

Desde la óptica ambiental, el Principio 10 de la Declaración de Río de Janeiro, suscripta en 1992 por más de cien Jefes de Estado y de Gobierno dispone que:

“El mejor modo de tratar las cuestiones ambientales es con la participación de todos los ciudadanos interesados en el nivel que corresponda. En el plano nacional, toda persona deberá tener acceso adecuado a la información sobre el medio ambiente de que dispongan las autoridades públicas, incluida la información sobre los materiales y las actividades que encierran peligro en sus comunidades, así como la oportunidad de participar en los procesos de adopción de decisiones. Los Estados deberán facilitar y fomentar la sensibilización y la participación de la población poniendo la información a disposición de todos. Deberá proporcionarse acceso efectivo a los procedimientos judiciales y administrativos, entre éstos el resarcimiento de daños y los recursos pertinentes.”

El acceso público a la información, la participación social en procesos de tomas de decisión y el acceso a mecanismos correctivos presentan beneficios

sinérgicos. Tomados en conjunto, esos tres puntos contribuyen a la reforzar la capacidad social de participar, así como el respeto y el apoyo a los procesos de toma de decisión. El involucramiento de la sociedad también mejora la calidad de las decisiones debido a que su aporte puede complementar la falta de recursos gubernamentales para el desarrollo de normativas y estándares, así como también para el monitoreo, inspección e imposición.

Por otra parte, el involucramiento de la sociedad puede contribuir a identificar y abordar potenciales problemas en estadios tempranos. Cuando no se le otorga a la sociedad la facultad de participar, crecen las posibilidades de que se desencadenen reacciones negativas sobre temas irresueltos que generen mayores costos económicos, sociales y políticos. Asimismo, cuando no se involucra a la comunidad en la etapa previa a la toma de decisiones sobre acciones que pueden afectarla, la falta de apoyo social resultante puede impedir la implementación del proyecto que se busca introducir.

Por el contrario, cuando se involucra a la sociedad en la gestión de los recursos hídricos, puede mejorarse la credibilidad, la efectividad y la responsabilidad del proceso de toma de decisiones por parte del gobierno.

Este involucramiento se produce a través del uso de diferentes herramientas, que varían según el caso. Por ese motivo, la definición de participación también comprende *“el proceso mediante el cual se integra al ciudadano, en forma individual o colectiva, en la toma de decisiones, la fiscalización, el control y la ejecución de las acciones que afectan algún ámbito de la esfera pública, sea en lo político, económico, social o ambiental”*. Se resalta entonces la interacción de los ciudadanos con la administración pública, y la valoración de la participación como instrumento de gestión⁵.

La Organización de los Estados Americanos⁶ define a la participación como *“toda interacción entre el gobierno y la sociedad civil e incluye el proceso mediante el cual ambas partes inician un diálogo, establecen alianza, comparten información e interactúan para diseñar, ejecutar y evaluar políticas, proyectos y programas de desarrollo. El proceso re-*

quiere la participación y el compromiso de todas las partes interesadas incluyendo a los grupos tradicionalmente marginados como minorías étnicas, raciales y desfavorecidas”.

Asimismo, como señalan diferentes autores, la vida democrática requiere de mayor compromiso y participación de los ciudadanos⁷.

La participación comprende distintos canales de actuación que las democracias consolidadas reconocen a sus habitantes. A grandes rasgos, éstos pueden participar:

- *Antes* de que las autoridades tomen las decisiones: asesorando, siendo objeto de consultas, promoviendo proyectos.

- *Después* de que las decisiones hayan sido tomadas: actuando en su ejecución, o controlándola.

No obstante, la participación no implica únicamente la toma de decisiones. Hay muchas otras formas de intervención que tienen lugar antes y después que las decisiones hayan sido tomadas.

En el primer caso se busca informar a las autoridades no sólo a nivel técnico sino también en lo que hace al verdadero deseo de las personas.

La participación posterior a la decisión, en cambio, sirve como medio de fiscalización y como modo de actuación conjunta en la gestión de esa decisión.

La Argentina tiene un sistema democrático indirecto, ya que el pueblo decide exclusivamente a través de sus representantes, en los órganos de gobierno. En tanto que, en la democracia directa toda la ciudadanía decide,

6 - A través de la ISP, Inter-American Strategy for the Promotion of the Public Participation in Decision Making for Sustainable Development.

7 - Op. Cit, referencia 6.

reunida en asamblea. Esta forma de democracia existió en algunas ciudades de la Grecia antigua, y es ejercido en tres cantones suizos.

Un punto importante a destacar es que la participación social requiere la articulación de algunos elementos: la voluntad política, los instrumentos técnicos y los actores que participan. En términos generales, la voluntad política es determinante, los instrumentos técnicos marcan el qué se hace, y los actores marcan quiénes participan.

La protección del ambiente demanda la concurrencia de todos los interesados, de modo independiente en relación con su nivel de afectación: municipio/comuna, concejos deliberantes, escuelas, hospitales, dispensarios, vecinales, organizaciones no gubernamentales, cooperativas, colegios profesionales, medios de prensa, partidos políticos, clubes, federaciones, asociaciones de comerciantes o industriales, sindicatos, entre otros.

“Es importante que el diálogo tenga un ‘ida y vuelta’, donde el Estado pondere adecuadamente los planteamientos sociales y realice programas conducentes a la modificación de conductas y prácticas, fortalezca el asociacionismo ambiental, apoye las iniciativas locales, genere espacios de discusión y análisis, dé a conocer los instrumentos de gestión ambiental y estimule a que el sistema educativo formal incorpore la variable ambiental.” (Mauricio, 2006).

Articulación de saberes y de enfoques

Con frecuencia se argumenta que la participación social lleva más tiempo y retrasa la toma de decisiones. Esto puede ser cierto, tanto como lo es que una gestión participativa exitosa mejora la calidad y la adhesión colectiva a esas decisiones, tal como puede observarse en el caso de la construcción de los Principios Rectores, y su posterior adopción por parte de las provincias.

Por el contrario, cuando se saltea la instancia de participación argumen-

tándose que es necesario tomar las decisiones rápidamente habría que reconocer que esa búsqueda de rapidez, por otra parte:

- No justifica la limitación de los derechos de la mayoría de los ciudadanos,
- Suele impedir una comprensión clara de las implicaciones de esas decisiones y,
- Con frecuencia, suele otorgar beneficios a unos pocos, en detrimento de una mayoría.
- Debilita la adhesión de los receptores de esa medida.

En otro orden, si se tiene en cuenta el entramado político-empresarial que suele acompañar la gestión de los recursos hídricos, la participación pública no sólo contribuye a la mejora de la calidad de las decisiones sino que ayuda a plantear los problemas de forma más amplia y menos sesgada, lo que puede conducir a incrementar la eficiencia en la gestión.

Así pues, lejos de constituir un obstáculo, la participación pública informada y de calidad constituye un ahorro (no sólo económico sino también de tiempo) a la vez que supone “cultivar” ciudadanos que se interesen por comprender los problemas que les afectan, por involucrarse en las decisiones, comprometer su tiempo y toman responsablemente sus obligaciones. Con la participación ciudadana en la gestión integrada de los recursos hídricos se inicia sin duda una transición hacia una nueva cultura del agua.

Asimismo, y tal como señala la doctora Alicia Fernández Cirelli⁸, es necesario tener presente que: “El desafío mayor que enfrentan las gestiones actuales no está en la complejidad técnica de los sistemas hídricos sino en la gobernabilidad y articulación que deben existir entre los múltiples actores que intervienen en la gestión del agua. Los ciudadanos necesitan un cambio de paradigma en relación con el ambiente, para lograr actitudes

8 - FERNÁNDEZ CIRELLI, ALICIA. Directora de la Maestría en Gestión del Agua, FVET-UBA. Comunicación personal.

transformadoras tanto individuales como colectivas. Debe pensarse en una gestión del ciudadano participando en forma articulada en la construcción de la sustentabilidad de las aguas”.

Información y educación, dos claves

Por otra parte, para que la participación sea realmente fructífera es necesario que se potencie la información y la formación de los consumidores y usuarios. Esta tarea didáctica deberá hacerse en una doble vertiente, alcanzando a los cuadros técnicos y directivos de las organizaciones de consumidores y usuarios (que si bien conocen cómo canalizar la participación social, en temas como la gestión del ciclo integral del agua pueden carecer de información y formación para obtener un buen rendimiento de la herramienta participativa), y dirigiéndose concretamente al ciudadano.

La práctica ha puesto de manifiesto que el sector de la población que más aprovecha la formación son los niños y jóvenes en edad escolar, ya que no sólo se constituyen en agentes transmisores de información para familiares y amigos, sino que además, debido a que son potenciales padres y educadores, contribuyen a multiplicar el efecto formador.

Dentro de este contexto, la Universidad también juega un papel clave, no sólo desde el punto de vista técnico y docente, sino como organismo de concertación entre los actores sociales de la gestión.

Para lograr esta evolución social es imprescindible la puesta en marcha de acciones que involucren tanto a alumnos como a docentes y profesionales de distintos sectores (inclusive aquellos relacionados con los recursos hídricos), que desarrollen procesos de búsqueda fundamentados en la participación colectiva. La participación, la educación y la comunicación son, junto con la dimensión cultural, las herramientas imprescindibles que pueden hacer posible el cambio hacia la sostenibilidad.

En tal sentido, es necesario desarrollar nuevas formas de gestión del agua que garanticen la sostenibilidad presente y futura, por lo que los procesos educativos deben centrarse en transmitir actitudes más que conceptos, y en desarrollar capacidades para generar nuevas formas de gestión de los recursos hídricos.

En lo concerniente a la comunicación, el ciudadano bien informado puede influir de manera positiva en la toma de decisiones en su cuenca hídrica de interés, vigilando la continuidad administrativa y abriendo, en consecuencia, espacios para su gobernabilidad. En tal sentido, los medios de comunicación juegan un rol fundamental en este proceso de informar, difundir conocimiento y crear opinión en la sociedad.

El periodista ambiental, por su parte, tiene reservado un papel clave. Debe actuar como un “agente generador de ciudadanía”⁹, no sólo poniendo al alcance de la población la información –del modo más objetivo y completo posible–, sino que además debe contribuir a despertar conciencia de que los problemas ambientales dependen en gran medida de la participación de las personas y de las comunidades afectadas.

El control ciudadano

La participación social en la gestión de los recursos hídricos debe incluir, sin duda, acciones de control ciudadano sobre la gestión de este recurso, por ejemplo mediante su inclusión en los entes reguladores de servicios de agua, o en las empresas mismas que presten servicios de agua (sean éstas públicas o privadas), en donde el ciudadano pueda ocupar un papel relevante. Eso requiere, que más allá de lo normativo, se asuma como un déficit (y no como un logro) la actitud pasiva de los ciudadanos-usuarios,

9 - Víctor Bacchetta, Perfil del periodista ambiental, ponencia presentada en el 1er. Foro Interamericano de Periodismo Ambiental, Porto Alegre, Brasil, en el marco del XXVII Congreso de la Asociación Interamericana de Ingeniería Sanitaria y Ambiental (diciembre de 2000).

tanto por parte tanto del Estado como de las empresas, para valorar en cambio la participación activa y gravitante.

Uno de los principales escollos que suelen encontrar las ONG o las asociaciones de consumidores para participar en la gestión, por ejemplo del abastecimiento urbano de agua a la población, es la actitud paternalista que presentan las propias administraciones y el personal de las empresas suministradoras, que parecen partir de la base de que conocen en profundidad la materia, y que por tanto, el usuario no tiene nada que aportar. Esta actitud poco cooperativa suele deberse, primordialmente, a la inexperiencia en materia de participación social.

Es necesario recordar que se tiende a desdeñar la participación en la esfera local, sin tener en cuenta que son precisamente los sujetos que sufren un problema los que mejor pueden describirlo a los técnicos de la administración, a fin de hallar la solución adecuada.

La falta de confianza que hoy generan en la ciudadanía los gobernantes y gestores probablemente pueda revertirse a través de la capacitación y la participación social, la que necesariamente genera un acercamiento entre posturas en principio antagónicas, las que muchas veces se generan por desconocimiento de la realidad del otro.

Gestión de la participación

¿Es posible elaborar *a priori* un modelo de participación social aplicable frente a distintas situaciones? Nuestra opinión es que no. La gestión de la participación debe ser analizada en función del ámbito territorial, sectorial, social, cultural, del nivel de formación de los implicados, del tamaño del colectivo, de las características de la gestión y del recurso a gestionar, así como de las leyes, tradiciones participativas de los agentes sociales, y numerosas otras características.

No obstante ello, pueden puntualizarse algunas recomendaciones cuya observación podría ser de utilidad, frente a nuevos procesos participativos.

Palabras como la construcción de confianza y la honestidad han sido ejes de las experiencias abordadas, lo que permitiría suponer que sería de utilidad tomarlas como materia prima de nuevas experiencias. Se trata de empezar el edificio prácticamente desde los cimientos y para ello, es esencial la transparencia y la claridad, informando a las organizaciones de los verdaderos propósitos y objetivos, y de lo que se pretende de las mismas. La manipulación (de información, de acciones, de expectativas) lleva a la desconfianza y al desengaño. Resulta fundamental asimismo informar a lo largo de todo el proceso participativo de los resultados obtenidos, en un diálogo donde el intercambio de opiniones sea considerado prioritario.

Esta colaboración ha de desarrollarse sin interrupciones en el proceso, con reuniones periódicas de información, consulta y evaluación, que sirvan para evaluar si se están consiguiendo los objetivos propuestos. Y priorizando la construcción del vínculo sobre la obtención de resultados inmediatos.

Uno de los puntos a tener en cuenta es que resulta casi imprescindible realizar un trabajo inicial que permita establecer con claridad cuál es el objetivo que se pretende alcanzar por medio de la participación y cuál es el rol que todos los actores involucrados aspiran a otorgarle a esa participación ciudadana.

Y en ese aspecto, es importante establecer si en los resultados finales, el influir en las decisiones colectivas debe ser tomado como sinónimo de éxito. Al respecto, un importante número de estudios sobre participación muestra que el éxito suele relacionarse más con la concreción de las metas que con el proceso mismo de participación (Hedelin, 2006). Por ejemplo, en una encuesta realizada a integrantes de 44 organismos de cuenca en los Estados Unidos (Leach *et al.*, 2002) se encontró que el éxito era definido por los miembros del grupo como los efectos percibidos en la modificación de las condiciones de la cuenca hídrica y en el capital social y huma-

no, y el inicio de proyectos de monitoreo y remediación. En muchos casos, no obstante, el éxito reside en constatar que los esfuerzos participativos alcancen los objetivos y metas internamente definidos por los integrantes del grupo (Conley y Moote, 2003). Estas reflexiones nos llevan a plantear que el carácter exitoso de una experiencia de participación no puede ser definido fácilmente, y que no se circunscribe a los resultados finales, sino que es necesario analizar todo el proceso para poder evaluar claramente.

Por otra parte, como ya se ha expresado, los procesos participativos en la gestión de los recursos hídricos deben promover la inclusión del conocimiento propiedad de los actores relevantes. En ese sentido, la gente que vive en el entorno del recurso, o que de algún modo está relacionada estrechamente a él, son potenciales portadores de los conocimientos necesarios para tomar decisiones informadas. Ese conocimiento debe complementar al conocimiento científico o especializado disponible, que en muchos casos reviste un carácter más general y atemporal (hace foco en un lapso y no contempla el proceso como un conjunto).

Otra faceta importante a analizar, de acuerdo con diferentes trabajos que abordan el proceso de participación, es en que etapa del plan se establece el proceso participativo. En muchos casos, las actividades participativas son incluidas en etapas tardías del proceso, lo que suele ser visto como una barrera importante para la participación eficiente y la construcción de confianza (Palerm, 1999; Diduck y Sinclair, 2002). En ese aspecto, es sabido que la posibilidad de influir en la decisión final es mayor en las etapas tempranas de la planificación, cuando se establecen los objetivos y fundamentos del plan.

También es necesario resaltar el concepto de licencia social. En tal sentido, no basta con que una empresa o el mismo sector público cumplan con los requisitos legales para desarrollar su actividad, sino que además debe contar con el respaldo de las partes que se verán involucradas a partir de la implementación del proyecto. En ese punto, una vez más, la comunicación juega un papel clave, y no debe ser confundida con información, sino que debe garantizar la posibilidad de que la respuesta modifique lo planteado

inicialmente, en el marco del proceso comunicacional que se conoce como “*feed back*” o retroalimentación.

En conclusión, ante la intensificación de las crisis relacionadas con el agua que se avecinan en todo el mundo, la participación social probablemente se constituya en la única forma eficaz de impulsar una gestión eficiente de los recursos hídricos. Diferentes aspectos institucionales, como la falta de credibilidad política y de gestión, hacen necesario un rol más activo de la población, pasando de una democracia representativa a una participativa.

Para ello, se hace necesario garantizar a los ciudadanos un marco institucional que posibilite el ejercicio efectivo de la participación en las cuestiones públicas. De ese modo, el ciudadano podrá percibir que su participación no es un simple ejercicio de expresión sino que es tenida verdaderamente en cuenta en las decisiones de peso, que en este caso hacen al gerenciamiento de un recurso tan vital para la subsistencia como lo es el agua.

Asimismo, para incrementar la participación social es necesario garantizar el acceso a la educación, a la información, y a la justicia, aspectos todos muy comprometidos en la Argentina de 2010, y sobre los cuales resulta imperioso trabajar para producir cambios.

Desde otra perspectiva, es necesario también transmitirle al ciudadano que como usuario de este recurso, no es sólo sujeto de derechos, sino también de deberes y obligaciones, y que como tal debe comprometerse más en su cuidado y ahorro (Franquelo, 2008).

Referencias

- ARAYA DUJISIN, R, (editor). (2001) *Ecología de la Información. Escenarios y actores para la participación ciudadana en asuntos ambientales*. Caracas: Ed. Nueva Sociedad, 2001.
- AZQUETA OYARZUN, D, (1994). *Valoración económica de la calidad ambiental*, McGraw-Hill, Bogotá (Colombia).
- BRUCH C, JANSKY, L; NAKAYAMA, M y SALEWICZ, K (2005). *Public participation in the governance of international freshwater resources*, Hong Kong: UN University Press.
- CONLEY, A y MOOTE, MA., (2003). Evaluating collaborative natural resource management. *Society Natural Resources* 16:371-386.
- DIDUCK A, y SINCLAIR, AJ. (2002) Public involvement in environmental assesment: the case of the non-participant Environmental Management. 29:578-588.
- FACCENDINI, A. (2007) *Derecho, ciudadanía y Estado: el control ciudadano y la privatización del agua*, Ed. UNR, Colección Académica, Rosario.
- FRANQUELO, M H (2008). *La participación des las asociaciones de consumidores en los servicios urbanos de agua*. Semana temática Agua y Servicios de Abastecimiento y Saneamiento, Eje temático: Expectativas de la sociedad y nivel de servicios, Expo Zaragoza <http://www.expozaragoza2008.es>
- GESTIÓN DE RECURSOS HÍDRICOS EN AMÉRICA LATINA Y EL CARIBE (2003) XIV Reunión del Foro de Ministros de Medio Ambiente de América Latina y el Caribe, Ciudad de Panamá, Panamá, 2003. UNEP/LAC-IGWG.XIV/Inf.5 www.pnuma.org

- HEDELIN, B., (2006) Criteria for Assessment of Sustainable Water Management. *Environmental Management (Journal)* 39:151-163.
- LEACH WD, PELKEY, NW y SABATIER, PA., (2002). Stakeholder partnerships and collaborative policymaking: evaluation criteria applied to watershed management in California and Washington. *J. Policy Analysis Management* 21:645-670.
- MAURICIO, L, (2006). Aportes para la gestión ambiental local. Bs As: Konrad Adenauer, Stiftung.
- PALERM, JR, (1999) Public participation in EIA in Hungary: analysis through three case studies. *Environmental Impact Assessment Rev.* 19:201-220.



*Ministerio de Educación
Secretaría de Políticas
Universitarias*

