

5.3 ERES PARTE DE UN GRAN CICLO

¿Cómo es que la naturaleza siempre nos da agua?

El agua de los océanos, ríos, lagos, nubes, aguas subterráneas y lluvia están en constante movimiento. A esta circulación del agua en la Tierra se le conoce como ciclo hidrológico o ciclo del agua.

Cuando la superficie de la tierra se calienta con los rayos del Sol, el agua de lagos, ríos, océanos y hasta el agua de las plantas sube lentamente a la atmósfera en forma de vapor (evaporación). Conforme el vapor de agua va subiendo a la atmósfera se va enfriando, volviéndose líquido en forma de gotitas de agua que se unen formando las nubes que vemos en el cielo (condensación). La condensación es el proceso por el cual el vapor de agua del aire se transforma en agua líquida. La condensación es importante para el ciclo del agua, ya que forma las nubes. Cuando estas nubes chocan con corrientes de aire frío, las pequeñas gotitas caen en forma de lluvia, nieve o granizo (precipitación). La precipitación es la principal forma en que el agua regresa a la Tierra, ésta es liberada desde las nubes en forma de lluvia, aguanieve, nieve o granizo. Es el principal proceso por el cual el agua retorna a la Tierra. La mayor parte de la precipitación cae como lluvia.

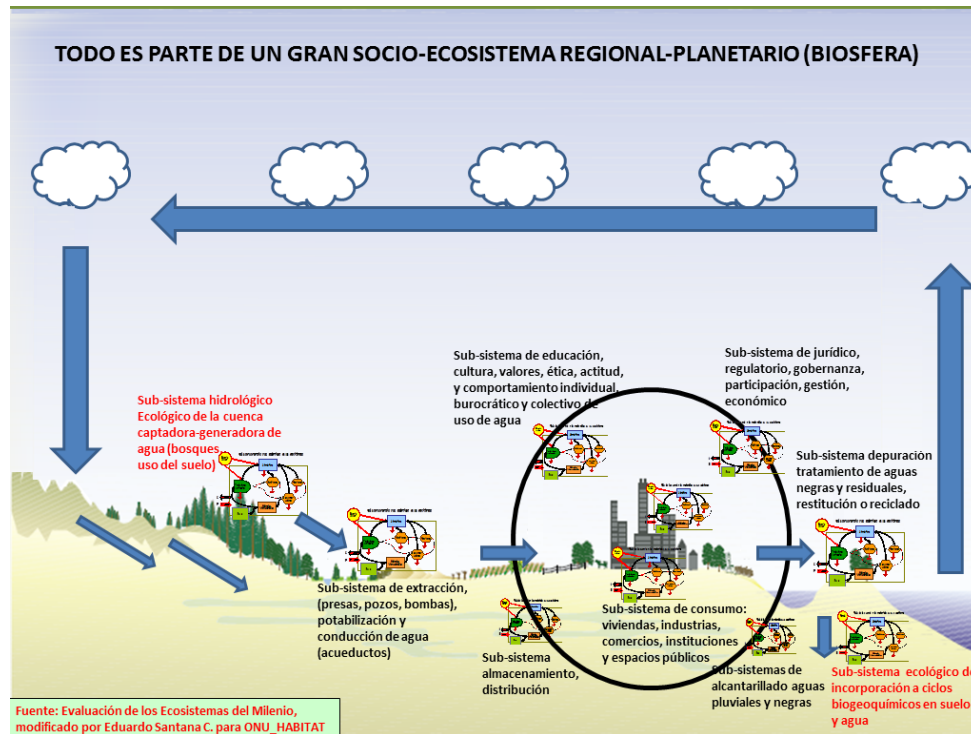
Gran parte del agua que cae va a parar a los lagos, ríos o al océano, otra parte se filtra dentro de la tierra (infiltración) como si ésta fuese una enorme esponja y la almacena en el subsuelo. Del agua que se infiltra, una parte forma las aguas subterráneas que luego saldrán a la superficie a través de pozos y manantiales, la otra es absorbida por las raíces de las plantas, llevándola hacia arriba a través de los tallos, troncos, hojas, frutos, brindando los elementos que necesita la planta para nutrirse. Luego, al llegar a las hojas y flores, se evapora hacia el aire en forma de vapor de agua (transpiración) ¡Como si las plantas sudaran!



El ciclo del agua ha permitido la vida y la sigue sustentando. Sin embargo, debemos reconocer que a partir del crecimiento explosivo de las ciudades este ciclo ha sido modificado gravemente.



EL CICLO DEL AGUA PARA USO DE LAS CIUDADES: UN CONJUNTO DE SUBSISTEMAS SOCIO-ECOLÓGICOS QUE SE AFECTAN ENTRE SÍ.



Podemos analizar los procesos y sistemas de uso en la ciudad utilizando el enfoque de sistemas. Todos los sistemas tienen subsistemas que los componen, y a la vez forman parte de sistemas mayores.

1. Podemos pensar en la ciudad como un sistema que requiere agua para funcionar.
2. Entonces la ciudad tiene entradas de agua y salidas de agua.
3. La ciudad tiene subsistemas internos y externos que le permiten obtener y utilizar el agua.
4. Casi siempre los análisis de agua urbana inician con lo que llaman "captación". Pero en realidad no es el término adecuado, ya que generalmente se refieren a "extracción" de agua de presas, ríos, lagos, manantiales o pozos. En algunos lugares el agua se extrae del mar. Esta agua se bombea y conduce a una planta potabilizadora. Las plantas de potabilización tienen un papel clave en el ciclo urbano del agua. El agua que se capta en la naturaleza normalmente no es apta para el consumo humano. En la planta de potabilización se somete el agua a una serie de tratamientos físicos, químicos y microbiológicos para asegurar que el agua, al ser distribuida a la ciudad, tenga la calidad que las autoridades sanitarias exigen para el consumo humano. En México existe un problema, en muchos casos

el Estado no garantiza la calidad de agua para la población, por ende se generan injusticias e inequidades porque empresas privadas privatizan la potabilización del agua y solo las personas con mayores recursos se pueden asegurar consumir agua limpia y saludable cuando tendríamos que poder consumirla así, directamente de nuestras llaves domésticas. El agua se conduce a grandes depósitos que generalmente están ubicados a una altura superior a la ciudad para poder alimentar por gravedad la ciudad, sin tener que gastar energía en bombearla.

5. De los grandes depósitos de almacenamiento el agua se distribuye por grandes tuberías por toda la ciudad. La distribución para abasto a los centros de población se hace a través de la red primaria (conduce el agua por medio de líneas principales que alimentan a las redes secundarias que distribuyen el agua hasta las tomas domiciliarias). Aquí existe un grave problema en la ciudad de Guadalajara, ya que se estima que se pierde aproximadamente un 30% del agua urbana en esta red de distribución por fugas y usos inadecuados.
6. En la ciudad el agua tiene diferentes usos, unos son privados ya sea a nivel vivienda o nivel industrial o comercial; otros usos son públicos en oficinas de gobiernos, escuelas públicas y otras dependencias sociales. Es en este subsistema donde se puede iniciar la puesta en práctica de medidas para reducir, reusar y en algunos casos reciclar el agua. Además, en estos subsistemas se pueden incorporar sistemas para captación de agua para uso local o para alimentar los mantos freáticos.

Uso Habitacional: utilización del agua en predios para los fines particulares de las personas y del hogar, así como el riego de jardines y de árboles de ornato en éstos; incluyendo el abrevadero de animales domésticos, siempre que estas últimas dos aplicaciones no constituyan actividades lucrativas. La hotelería es una combinación de uso habitacional con comercial.

Uso Comercial: utilización del agua en inmuebles de empresas, negocios, establecimientos y oficinas dedicadas a la comercialización de bienes y servicios, siempre y cuando no impliquen la transformación de materias primas.

Uso Industrial: utilización de agua en procesos de extracción, conservación o transformación de materias primas o minerales, el acabado de productos o la elaboración de satisfactores, así como la que se utiliza en calderas, en dispositivos para enfriamiento, lavado, baños y otros servicios dentro de la empresa, las salmueras que se utilizan para la extracción de cualquier tipo de sustancias y el agua aún en estado de vapor que es usada para generación de energía eléctrica; lavanderías de ropa; lavado de automóviles u maquinaria; o para cualquier otro uso o aprovechamiento de transformación.

Uso en Instituciones Públicas o que Prestan Servicios Públicos: la utilización del agua en edificios de gobierno, educativos, y otras que prestan servicios públicos, así como para el riego de áreas verdes de propiedad estatal y municipal.

7. Una vez utilizada el agua, ésta se llama “agua residual” y se recoge por una red de



alcantarillado hacia las plantas de tratamiento y depuración del agua. Las aguas pluviales y escorrentías a veces se mezclan con las aguas residuales y otras veces tienen su propio sistema independiente de alcantarillado para salir directamente a ríos, lagos o hacia el mar. Las aguas residuales deben recibir un tratamiento antes de restituirse a la naturaleza.

8. El tratamiento de las aguas residuales consiste básicamente en eliminar las impurezas que se han ido acumulando en el agua usada. Esta etapa es un paso previo al retorno del agua al medio natural. La depuración reduce al mínimo los riesgos ambientales y permite reutilizar parte del agua para usos secundarios o retornarla a los ecosistemas naturales. El agua depurada normalmente no es potable y no se puede beber porque no tiene la calidad sanitaria del agua potable, pero se puede reutilizar en otras actividades, por ejemplo, cuando el tratamiento es intensivo y se obtiene agua exenta de contaminación microbiológica se puede utilizar en la agricultura, el riego de parques y jardines, la limpieza de calles, entre otros. En muchas ciudades de México aún no se han implementado estas plantas, por ser muy costosa su operación para los ayuntamientos y las aguas residuales fluyen directamente a ríos y arroyos sin tratamiento alguno.

Generalmente aquí concluye la explicación del ciclo del agua urbano, pero estas explicaciones tradicionales omiten cinco subsistemas, de los cuales, dos son sociales y tres son ecológicos.

9. Uno de los subsistemas olvidados es el sistema de valores y éticos que rigen a la sociedad y que definen cómo la sociedad considera que es justo y prioritario distribuir el poder, las ganancias, la educación y el bienestar entre la población. Este subsistema es el que define, por ejemplo, si el agua es un derecho o es un bien económico, o ambos. En este contexto se puede considerar que el agua es un recurso natural limitado y su acceso para las actividades vitales constituye un derecho de todos los habitantes. Compartir el agua es un imperativo ético, así como una expresión de la identidad humana y de solidaridad. La valoración del agua, incluyendo el mantenimiento, el fomento de la diversidad cultural relacionada con el agua, el patrimonio y el conocimiento, es fundamental para mejorar nuestra capacidad de adaptación en un mundo cambiante. La valoración económica de los recursos hídricos debe ser reconocida como existente dentro de este contexto más amplio y más complejo de valoración del agua.
10. El otro subsistema social es el jurídico y regulatorio, que define cómo se toman las decisiones sobre el agua y el nivel de participación que se le otorga a la población y a los usuarios. Este nivel también define los conceptos económicos, los costos y el valor que se le otorga al agua en la sociedad. Este subsistema de gestión del recurso agua es un resultado directo del subsistema ético y de valores, e incluye los conceptos de gobernanza y gobernabilidad. La gobernanza del agua se refiere a



los esfuerzos que realizan todos los actores socio - políticos para mantener la coordinación, coherencia, cohesión y acción colectiva dirigida a lograr la gobernabilidad del sector hídrico. La Gestión Integral de Recursos Hídricos (GIRH) reconoce que los retos en materia de gestión de recursos hídricos no pueden ser resueltos exclusivamente por el Estado, sino solamente con la participación de todos los actores sociales involucrados; por esta razón, es recomendable una gobernanza como una nueva forma de hacer gobierno, en donde el Estado figura como un garante del interés público, un facilitador/movilizador de recursos y coordinador de las varias actividades relacionadas con la gestión de los recursos hídricos, pero con el apoyo y participación de la sociedad civil organizada. A través de la gobernanza las instituciones y mecanismos buscan generar las instancias necesarias para el diálogo, la generación de consensos y la negociación de conflictos bajo principios democráticos que confieran representatividad a los diferentes grupos sociales y legitimidad al proceso de toma de decisiones. En ese sentido, la GIRH busca la descentralización y la participación de los diversos interesados a través de la creación y fortalecimiento de instituciones deliberantes, participativas y empoderadas, como los organismos de cuenca, comités de microcuenca y comités de aguas subterráneas. Las instituciones deliberativas descentralizadas son espacios donde los diversos actores involucrados en la gestión de los recursos hídricos pueden dialogar y decidir sobre los retos y las prioridades que enfrentan como comunidad en materia de agua; también son el espacio adecuado para la resolución de conflictos. Otro de sus propósitos más importantes es dar voz, reconocimiento y representación a todos los actores interesados, con lo que se contribuye a lograr un mayor consenso y legitimidad en las decisiones relacionadas con las políticas, facilitando el ejercicio de la autoridad la política y su aplicación.

La norma fundamental que regula la administración del agua en nuestro país es la *Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos*, específicamente en su Artículo 27, el cual establece que la nación es la legítima propietaria original de las aguas existentes dentro de los límites del territorio nacional y reitera, de manera explícita, el carácter inalienable e imprescriptible del dominio de la nación sobre las aguas. Acorde con la *Política Hídrica Nacional* se ha decidido manejar el agua por cuencas y no por límites político-geográficos, ya que la cuenca hidrológica es una unidad geográfica natural que puede abarcar territorio de municipios colindantes, en la que el agua de lluvia se precipita, infiltra o escurre hasta su posterior desembocadura al mar o a alguna cuenca interior.

Los otros tres subsistemas, los ecológicos, son finalmente los que definen la capacidad de una ciudad de tener agua para su desarrollo.

11. El primero es el subsistema de la cuenca hidrológica, que es la que realmente capta el agua y la conduce. La cuenca se define por los parteaguas o elevaciones topográficas de diversa magnitud que conducen el agua hacia un sistema



hidrológico u otro. El agua que cae en la cuenca en forma de lluvia, nieve, granizo o condensación directa fluye superficialmente hacia ríos y lagos o se infiltra en el subsuelo hacia los mantos freáticos. El mantener la funcionalidad de captación de la cuenca depende del control de cambio de uso del suelo, el impedir la pérdida de vegetación natural y evitar la contaminación del agua.

12. El otro subsistema es el que determina la velocidad en la cual las aguas residuales de la ciudad se incorporan a los ciclos naturales. Esto depende de los procesos biogeoquímicos que ocurren en ríos, lagos, suelos y en el océano y permiten degradar los desechos urbanos, evitando así daños ecológicos y a la salud pública, y generando nutrientes y minerales que se incorporan a los ciclos ecológicos, acuáticos y marinos. También depende de qué tan contaminados quedan los cuerpos de agua: cuánta carga de contaminantes y qué tipo.
13. Finalmente, todos los subsistemas descritos, tanto los naturales en procesos de cuenca y de reincorporación del agua al ecosistema mediante procesos biogeoquímicos, y los subsistemas socio-culturales, como los de valores y de gobernanza y economía, forman parte del gran subsistema del ciclo del agua en la hidrósfera y la biósfera que se describió anteriormente.

¿Sabías que...?

De acuerdo con la CNA en México la disponibilidad de agua por habitante ha disminuido de 11500 m³ (1950) a 4,900 m³ (1999) con un escenario a futuro nada prometedor. El informe del año 2001 sobre el cambio climático de México revela que el promedio anual de disponibilidad de agua potable *per capita* fue de 4,841 m³ por habitante en el 2000 y disminuyó a 4,685 m³ por habitante en el 2001. La disponibilidad natural media *per cápita* de agua a nivel nacional disminuirá de 4,090 metros cúbicos por habitante por año en el año 2010 a 3,815 m³ en 2030.

LITERATURA CITADA:

Barkin D. *La Gestión del Agua en México*. México. Universidad Autónoma Metropolitana.
<http://www.tni.org/sites/www.tni.org/archives/books/aguamexico.pdf>

Domínguez-Serrano J. *La Gobernanza del agua en México y el reto de la adaptación en zonas urbanas: el caso de la ciudad de México*. México, Centro de Estudios Demográficos, Urbanos y Ambientales. El Colegio de México.
<http://siaps.colmex.mx/documentos/estudios/Gobernanza%20del%20agua%20en%20Mexico.pdf>

Carabias J. y R. Landa. 2005. *Agua, Medio Ambiente y Sociedad: hacia la gestión Integral de los recursos hídricos en México*. México, Universidad Nacional Autónoma de México: El Colegio de México: Fundación Gonzalo Río Arronte.



Castro E. 2014. “Gobernanza del agua y ecología política” Tlaquepaque, ITESO. Centro de Formación Humana y Centro de Investigación y Formación Social.

Ley de Aguas Nacionales. Publicada en el Diario Oficial de la Federación el 1° de diciembre de 1992.

Ochoa García H y H. Joachim Bürkner. 2012. *Gobernanza y Gestión del agua en el Occidente de México: La Metrópoli de Guadalajara*. Tlaquepaque, ITESO.

LINKS:

http://www.bioygeo.info/Animaciones/ciclo_urbano_agua.swf

<http://water.usgs.gov/edu/watercyclehi.html>

