



Organización
de las Naciones Unidas
para la Educación,
la Ciencia y la Cultura



Programa
Hidrológico
Internacional

La seguridad hídrica y los Objetivos de Desarrollo Sostenible

Manual de capacitación para tomadores de decisión



Publicado en 2020 por la Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura, 7, place de Fontenoy, 75352 Paris 07 SP, Francia y la Oficina de la UNESCO en Montevideo, Luis Piera 1992, Edificio Mercosur, 2do piso, Montevideo 11200, Uruguay.

© UNESCO 2020

ISBN: 978-92-3-300138-1



Esta publicación está disponible en acceso abierto bajo la licencia Attribution-ShareAlike 3.0 IGO (CC-BY- SA 3.0 IGO) (<http://creativecommons.org/licenses/by-sa/3.0/igo/>). Al utilizar el contenido de la presente publicación, los usuarios aceptan las condiciones de utilización del Repositorio UNESCO de acceso abierto (www.unesco.org/open-access/terms-use-ccbysa-sp).

Los términos empleados en esta publicación y la presentación de los datos que en ella aparecen no implican toma alguna de posición de parte de la UNESCO en cuanto al estatuto jurídico de los países, territorios, ciudades o regiones ni respecto de sus autoridades, fronteras o límites.

Las ideas y opiniones expresadas en esta obra son las de los autores y no reflejan necesariamente el punto de vista de la UNESCO ni comprometen a la Organización.

Editor de la Serie Técnica del PHI-LAC: Miguel de França Doria.

Autora: Dra. Marta Paris.

Autores de videos: Ph.D. Miguel Doria, MSc. Jorge Hidalgo, Dr. Polioptro, F. Martínez Austria, MSc. Mario Schreider, Dr. Alfonso Gutiérrez, MSc. Bolívar Cáceres Correa, PhD. Pablo García-Chevesich, Ing. Carlos Ubaldo Paoli, Ing. Silvia Wolansky, Lic. Andrea Valsagna, Dra. Ofelia Tujchneider, Lic. Alberto Manganelli, Ing. Juan Ramón Chalas, Dr. Gabriel Mancilla, Dr. Jorge Nuñez Cobo, Dr. Héctor Maureira, Prof. Dr. Ir. Filomeno A. Marchena, Ing. José Pérez, MSc. Ing. Pablo Bereciartua, Dr. Joram Gil, Dr. Léo Heller, Lic. Oscar Luna Prado, Ing. Carlos Berroeta, Ing. Manuel Soto Benavidez, MSc. Marcelo Gaviño, Ing. Hilario Hermosa, Dr. Javier Taks, Vera Lucía de Miranda Guarda, Ana Luiza de Souza Rioga, Cleia Costa Barbosa, Ing. Francisco Rodríguez.

Fotografía de cubierta: Pixabay – snmartina <https://pixabay.com/es/photos/just-add-water-planta-roc%C3%ADo-2761502/>

Diseño gráfico: Carolina Ibáñez y Verónica Durán.

Diseño de cubierta: María Noel Pereyra.

Ilustraciones: Carolina Ibáñez y Verónica Durán.

Edición de materiales multimedia: Natalia Bas (coordinación), Maximiliano Peraita, Leopoldo Bertinetti, Eliana Costa y Javier de la Fuente.

Revisión de redacción y corrección de textos: Verónica Viduzzi.

Asistente de edición: María Clara Cremona, Sabrina Cupeiro, Camila Tori.

SC-2020/PHI-LAC/42

Esta publicación surgió en el contexto del curso “Seguridad Hídrica y los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS)”, una iniciativa del Grupo de Trabajo sobre Agua, Educación y Cultura del Programa Hidrológico Intergubernamental de la UNESCO en América Latina y el Caribe (PHI-LAC). Con ella se pretende proporcionar instancias de aprendizaje y así promover el desarrollo de capacidades fundamentales para lograr la seguridad hídrica y alcanzar los Objetivos del Desarrollo Sostenible.

Está dirigida a todas las personas que de una forma u otra interactúan con el recurso hídrico, en particular aquellas que tienen impacto en las políticas públicas, los planes estratégicos y la gestión. Los contenidos están organizados en bloques temáticos siguiendo las áreas focales abordadas en la Fase VIII del PHI-LAC. Cada uno de estos temas ha sido presentado de una manera accesible y sintética, rescatando los aspectos y conceptos fundamentales para resaltar la importancia de la seguridad hídrica a la hora de gestionar los recursos de agua.

A la memoria de Joram Gil

El agua es el hilo de vida que une toda naturaleza, que estrecha la relación entre todos los miembros de un ecosistema, y es por eso que poder acceder al agua, es la base de nuestra existencia.

Pensar en seguridad en relación al agua implica tener en cuenta los riesgos por la escasez o el exceso, el acceso, su rol en la superación de la pobreza y el desarrollo económico, además de asegurar las necesidades de los ecosistemas. El enfoque debe ser integrado, incluir las dimensiones ecológicas, económicas y sociales de la gestión integrada de los recursos hídricos, para la generación de políticas y conocimientos que permitan la adaptación y nos acerquen al agua para todos, tal como lo señala el Objetivo de Desarrollo Sostenible 6.

Esta publicación aborda el desafío de lograr que todos podamos acceder al agua, un objetivo que se ha consolidado a través del concepto de “seguridad hídrica”. El Programa Hidrológico Intergubernamental de la UNESCO, durante su Fase VIII de implementación llamada “Seguridad hídrica: Respuesta a los desafíos locales, regionales y mundiales”, se enfoca directamente en enfrentar los retos que ello involucra.

Con este rumbo, es fundamental destacar el rol de la educación, el acceso al conocimiento y el aprendizaje como instrumentos para lograr la seguridad hídrica. La Familia del Agua en América Latina y el Caribe, formada por los Centros y Cátedras de la UNESCO relacionados al agua, reúne a expertos de toda la región, quienes comparten y enriquecen el intercambio de conocimientos para el logro de tan importante meta.

Agradecemos el valioso aporte que en este sentido y a través de esta publicación logró el grupo de expertos sobre agua, e invitamos a todos quienes quieran ser parte de la gestión del agua, a recorrer sus páginas y promover el cambio que nos asegure el agua para todos.

Dra. Ing. Lidia Brito
Directora Oficina Regional
de Ciencias de la UNESCO
para América Latina y el Caribe

CONTENIDO

TÓPICO 1	
PRESENTACIÓN	7
TÓPICO 2	
SEGURIDAD HÍDRICA Y OBJETIVOS DE DESARROLLO SOSTENIBLE	10
TÓPICO 3	
DESASTRES RELACIONADOS CON EL AGUA Y CAMBIOS HIDROLÓGICOS	17
TÓPICO 4	
AGUAS SUBTERRÁNEAS EN UN AMBIENTE CAMBIANTE	23
TÓPICO 5	
ABORDAR LA ESCASEZ Y LA CALIDAD DEL AGUA	30
TÓPICO 6	
EL AGUA Y LOS ASENTAMIENTOS HUMANOS EN EL FUTURO	35
TÓPICO 7	
ECOHIDROLOGÍA, CREACIÓN DE ARMONÍA PARA UN MUNDO SOSTENIBLE	42
TÓPICO 8	
LA EDUCACIÓN Y CULTURA DEL AGUA, CLAVE PARA LA SEGURIDAD HÍDRICA	46

TÓPICO 1 PRESENTACIÓN

El agua es un elemento único en la naturaleza.

Es la sustancia más abundante que existe en la Tierra y es el principal constituyente de todos los seres vivos^{1,2}.

Resulta un factor decisivo en la climatización del planeta para la existencia humana y la formación de paisajes.

Es un bien esencial para la vida y el desarrollo económico social de las naciones.

Sin embargo, cada vez se requiere de un mayor grado de colaboración y coordinación entre las personas para hacer un uso sostenible de este recurso y evitar problemas y conflictos.

El concepto de *Seguridad Hídrica* nos lleva a poner la mirada en la definición de metas concretas y adaptadas para cada realidad, cada contexto y cada escala de la gestión, que permitan garantizar el abastecimiento de agua, los usos de subsistencia, la producción, la protección de los ecosistemas, los bienes y las personas. También señala la necesidad de contar con capacidades humanas, institucionales, financieras y de infraestructura para alcanzarlas.

Objetivos y contenidos

El curso Seguridad Hídrica y los Objetivos de Desarrollo Sostenible surgió como iniciativa del Grupo de Trabajo Educación y Culturas del Agua en Latinoamérica y el Caribe de PHI-UNESCO y la Cátedra UNESCO Agua y Educación para el Desarrollo Sostenible. Sus objetivos fueron:

- ◊ instalar el tema de la Seguridad Hídrica en las agendas gubernamentales y
- ◊ promover el desarrollo de capacidades con una visión integral que contribuya a garantizar la seguridad hídrica como camino para alcanzar los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) en Latinoamérica y el Caribe.

Fue dictado a distancia desde la plataforma de Centro Internacional de Hidroinformática (CIH) en tres ediciones (2018, 2019 y 2020) como un curso totalmente autogestionable.

Los contenidos, que se presentan en esta obra, están organizados en bloques temáticos siguiendo las áreas focales abordadas en la [Fase VIII del PHI de la UNESCO](#).

TÓPICO 1: Presentación.

TÓPICO 2: Seguridad hídrica y Objetivos de Desarrollo Sostenible.

TÓPICO 3: Desastres relacionados con el agua y cambios hidrológicos.

TÓPICO 4: El agua subterránea en un medio ambiente cambiante.

TÓPICO 5: Abordar la escasez y la calidad del agua.

TÓPICO 6: El agua y los asentamientos humanos en el futuro.

¹ Peón Peralta, Jorge (2016): *El agua una sustancia tan común como sorprendente* https://revistaciencia.amc.edu.mx/images/revista/58_3/PDF/04-545.pdf, visita 2019.

² Paris, Zucarelli y Pagura (2009): *Las miradas del agua* www.argcapnet.org.ar/uploads/institucional/materiales/5a303d1bac05f.pdf, visita 2019.

TÓPICO 7: Ecohidrología, creación de armonía para un mundo sostenible.

TÓPICO 8: La educación y cultura del agua, clave para la seguridad hídrica.

Cada uno de estos temas es presentado de una manera accesible, sintética, rescatando los aspectos y conceptos fundamentales para que Ud. comprenda por qué es importante hablar de seguridad hídrica a la hora de gestionar los recursos de agua y pretender alcanzar los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS).

Para ello se han utilizado:

- ◊ Videos.
- ◊ Videopresentaciones conceptuales.
- ◊ Material de lectura especialmente seleccionado por los especialistas para apoyar cada tema; esto le permitirá profundizar el conocimiento de los temas presentados y formar su biblioteca de obras de referencia.
- ◊ Foro.

En este documento, el material complementario se indicará con íconos, según corresponda:



Documento



Página web



Material bibliográfico



Material audiovisual

Capacitadores

Los capacitadores pertenecen a los Comités Nacionales (CONAPHI) y Puntos Focales del Programa Hidrológico Intergubernamental (PHI) de la UNESCO, a las Cátedras y Centros que integran la Familia del Agua de la UNESCO y a los Grupos de Trabajo del PHI en América Latina y el Caribe, incluyendo:

- ◊ [Cátedra UNESCO Sostenibilidad de los Recursos Hídricos](#) (Universidad de San Carlos de Guatemala, Guatemala).
- ◊ [Cátedra UNESCO Agua, Mujeres y Desarrollo](#) (Universidad Federal de Ouro Preto, Brasil).
- ◊ [Cátedra UNESCO El Agua en la Sociedad del Conocimiento](#) (Instituto Mexicano de Tecnología del Agua, IMTA, México).
- ◊ [Cátedra UNESCO Agua, Mujeres y Gobernanza](#) (Instituto Global de Altos Estudios en Ciencias Globales – IGLOBAL, República Dominicana).
- ◊ [Cátedra UNESCO Agua y Educación para el Desarrollo Sostenible](#) (Universidad Nacional del Litoral, Santa Fe, Argentina).
- ◊ [Cátedra UNESCO Agua y Cultura](#) (Universidad de la República, Uruguay).
- ◊ [Cátedra UNESCO en Riesgos Hidrometeorológicos](#) (Universidad de las Américas Puebla, México).
- ◊ [Cátedra UNESCO en Tecnología y Gestión Sostenible del Agua](#) (Universidad de Curaçao Dr. Moisés Da Costa Gómez, Curaçao, Aruba).
- ◊ [CAZALAC](#) (Centro del Agua para Zonas Áridas y Semiáridas de América Latina y el Caribe, Chile).

- ◊ [CIH](#) (Centro Internacional de Hidroinformática, Brasil-Paraguay).
- ◊ [CEHICA](#) (Centro para la Gestión Sostenible de los Recursos Hídricos en los Estados Insulares del Caribe, República Dominicana).
- ◊ [CeReGAS](#) (Centro Regional para la Gestión de Aguas Subterráneas, Uruguay).

La coordinación general es llevada adelante por la [Oficina Regional de Ciencia de la UNESCO para América Latina y el Caribe en Montevideo](#), con coordinación académica por parte de la [Cátedra UNESCO Agua y Educación para el Desarrollo Sostenible de la Universidad Nacional del Litoral-Facultad de Ingeniería y Ciencias Hídricas \(UNL-FICH\), Santa Fe \(Argentina\)](#).

¿Qué esperamos con este documento?

Se espera que la lectura de este documento contribuya a concretar las acciones identificadas en los tres ejes de la Fase VIII del PHI:

- ◊ Movilizar la cooperación para mejorar el conocimiento e innovación para encarar los desafíos del estrés hídrico.
- ◊ Fortalecer el diálogo entre ciencia y políticas para alcanzar la seguridad hídrica a nivel local, nacional, regional y global.
- ◊ Desarrollar las capacidades institucionales y humanas respecto a la seguridad hídrica y sostenibilidad hídrica.

¿Qué esperamos que Ud. logre?

Que Ud. comprenda qué es la seguridad hídrica y las dimensiones que abarca para que esté preparado para asumir el rol que le compete en la gestión sostenible del agua, como apoyo a la toma de decisiones.

Que tenga una base de conocimiento que le permita profundizar en aquellos temas que sean de su interés o considere fundamentales para el logro de la seguridad hídrica.



Figura 1: Ejes y temas de la [Fase VIII del PHI de la UNESCO](#). Imágenes: Marta Paris®, diseño: Verónica Durán y Carolina Ibañez.

TÓPICO 2

SEGURIDAD HÍDRICA Y OBJETIVOS DE DESARROLLO SOSTENIBLE

1. Introducción

El agua dulce es un recurso clave para la salud, la prosperidad y la seguridad humana. Este recurso es esencial para la erradicación de la pobreza, la igualdad de género, la seguridad alimentaria y la preservación de ecosistemas.

Aun así, cientos de millones de personas alrededor del mundo se enfrentan a serios desafíos relacionados con el agua dulce, por ejemplo, la escasez, la mala calidad, la falta de facilidades sanitarias o desastres naturales relacionados con el agua, como las inundaciones y las sequías. Casi la mitad de la población mundial vivirá en áreas con alto estrés hídrico en el año 2030.

La Asamblea General de Naciones Unidas declaró el acceso al agua dulce y al saneamiento como un derecho humano en julio del 2010. Sin embargo, la falta de acceso al agua potable en cantidad y calidad adecuada continúa siendo uno de los problemas más importantes de salud a nivel mundial.

A pesar de que el Objetivo de Desarrollo del Milenio (ODM) referente al abastecimiento de agua fue alcanzado en 2010 (ODM 7, indicador 7.8 de la meta 7.c), con la reducción a la mitad de la proporción de personas sin acceso al agua potable, más de 700 millones de personas todavía no tienen acceso a agua potable segura.

En cambio, el ODM relativo al saneamiento (indicador 7.9 de la meta 7.c del ODM 7) no fue alcanzado íntegramente y hoy en día, 2.500 millones de personas, principalmente de áreas rurales, no tienen acceso a instalaciones mejoradas de saneamiento.

Los recursos hídricos están bajo creciente presión por el cambio climático y otros factores globales. El cambio climático altera los patrones pluviales, la humedad, el balance de las masas de los glaciares, la corriente de los ríos y también causa cambios en las fuentes de agua subterránea. Al mismo tiempo, las inundaciones y las sequías están aumentando en frecuencia e intensidad.

En los próximos 40 años, aproximadamente 800.000 personas migrarán cada semana a las ciudades de todo el mundo. El crecimiento demográfico y la rápida urbanización crearán nuevas presiones sobre los recursos hídricos y tendrán un enorme impacto en el entorno natural. El deterioro de la infraestructura de agua en muchas partes del mundo afectará la salud pública y el medio ambiente.

Frente a estos desafíos, una adecuada gestión del agua dulce es esencial. El manejo sostenible del agua se ha reconocido como uno de los ejes centrales de la nueva Agenda 2030, con un Objetivo de Desarrollo Sostenible (ODS 6) específicamente dedicado al agua y al saneamiento, a fin de garantizar la disponibilidad de agua y su gestión sostenible, además del saneamiento para todos.



[Tomado de Fase VIII del PHI de la UNESCO.](#)

En el Tópico 2 vamos a comenzar por entender qué es la seguridad hídrica. Para ello, necesitamos reconocer cuál es la situación actual de los recursos hídricos.

Los invitamos a ver el siguiente video en el que, además, el Ph.D. Miguel Doria, Hidrólogo Regional de la Oficina Regional de Ciencias de UNESCO para América Latina y el Caribe, y la Dra. Ing. Marta del Carmen Paris, Profesora de la Cátedra UNESCO, Agua y Educación para el Desarrollo Sostenible FICH-UNL, comentan cuál es la contribución de la seguridad hídrica al logro de los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) de la Agenda 2030.



<https://youtu.be/jSFEyxGEi00>

2. Objetivos de Desarrollo Sostenible

En 2015, la ONU aprobó la [Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible](#), una decisión para que los países y sus sociedades emprendan un nuevo camino con el que mejorar la vida de todos, sin dejar a nadie atrás.

La Agenda 2030 cuenta con [17 Objetivos de Desarrollo Sostenible](#) (cada uno con metas a alcanzar claramente definidas), que incluyen desde la eliminación de la pobreza hasta el combate al cambio climático, la educación, la igualdad de género, la defensa del medio ambiente o el diseño de nuestras ciudades.

Se espera que los gobiernos los adopten como propios a los ODS y establezcan marcos nacionales para su logro tal cual lo han hecho países como Ecuador. Los países tienen la responsabilidad primordial del seguimiento y examen de los progresos conseguidos en el cumplimiento de los objetivos, para lo cual es necesario recopilar datos fiables, accesibles y oportunos. Las actividades regionales de seguimiento y examen se basarán en análisis llevados a cabo a nivel nacional y contribuirán al seguimiento y examen a nivel mundial.

Los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) son herederos de los [Objetivos de Desarrollo del Milenio \(ODM\)](#) y buscan ampliar los éxitos alcanzados con ellos, así como lograr aquellas metas que no fueron conseguidas.

Estos nuevos objetivos presentan la singularidad de instar a todos los países, ya sean ricos, pobres o de ingresos medianos, a adoptar medidas para promover la prosperidad y proteger el planeta. Reconocen que las iniciativas para acabar con la pobreza deben ir de la mano de estrategias que favorezcan el crecimiento económico y aborden una serie



Figura 2: [Objetivos de Desarrollo Sostenible \(ODS\)](#)

de necesidades sociales —entre las que cabe señalar la educación, la salud, la protección social y las oportunidades de empleo— a la vez que luchen contra el cambio climático y promuevan la protección del medio ambiente.



Más información sobre los ODS puede obtenerse en: <https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/objetivos-de-desarrollo-sostenible/>

Allí se puede conocer una descripción más amplia de la importancia de cada uno de los ODS, la situación en el área o temática que aborda cada uno de los 17 Objetivos y las metas que se han definido para cada uno de ellos.

Si bien es el ODS 6 el que explícitamente refiere al agua, prácticamente todos los otros ODS están relacionados con los recursos hídricos en calidad, cantidad y oportunidad. Acaso ¿es posible sin agua dar fin a la pobreza, lograr el hambre cero, garantizar la salud y el bienestar de la población, reducir las desigualdades, mantener la vida de los ecosistemas terrestres, la vida submarina? Analicen también la relación de los otros ODS con el agua.



Recientemente, la CEPAL (Comisión Económica para América Latina y el Caribe, Naciones Unidas) ha publicado el [Segundo Informe anual sobre el progreso y los desafíos regionales de la Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible en América Latina y el Caribe](#).

En este Informe se indica que “los países de América Latina y el Caribe han mencionado ciertos ODS como prioritarios en sus exámenes nacionales voluntarios. El Objetivo 1 (poner fin a la pobreza en todas sus formas y en todo el mundo) y el Objetivo 3 (garantizar una vida sana y promover el bienestar de todos a todas las edades) fueron mencionados por 13 de los 14 países. A estos les siguieron el Objetivo 5 (lograr la igualdad de género y empoderar a todas las mujeres y las niñas), con 11 menciones, y el Objetivo 2 (poner fin al hambre, lograr la seguridad alimentaria y la mejora de la nutrición y promover la agricultura sostenible) con 10 menciones. Finalmente, el Objetivo 9 (construir infraestructuras resilientes, promover la industrialización inclusiva y sostenible y fomentar la innovación) y el Objetivo 14 (conservar y utilizar en forma sostenible los océanos, los mares y los recursos marinos para el desarrollo sostenible) fueron establecidos como prioritarios por ocho países”.

El mismo informe señala que “Es importante mencionar que la priorización de las metas realizada por los países puede estar influenciada por la disponibilidad de información y no necesariamente por la baja relevancia de determinados temas para un país en particular”

Además, en el apartado sobre los Avances en las métricas de la Agenda 2030 a nivel nacional con relación al ODS 6 señala que: “Lograr el acceso a servicios de saneamiento e higiene adecuados y equitativos para todos (meta 6.2) es la meta priorizada en este Objetivo por 12 países evaluados. Es importante destacar que, a pesar de que el Objetivo 6 presenta un 55% de cobertura métrica, hay un alto porcentaje de países que no definen métricas para tres de sus metas: protección de los ecosistemas relacionados con el agua, los bosques, las montañas, los humedales, los ríos, los acuíferos y los lagos (meta 6.6); cooperación internacional y el apoyo para la creación de capacidad en actividades y programas relativos al agua y el saneamiento (meta 6.a), y participación de las comunidades locales en la mejora de la gestión del agua y el saneamiento (meta 6.b)”.



En relación con el ODS 6 (*Agua limpia y saneamiento*), la Organización de las Naciones Unidas (ONU) presenta en el [Informe de Síntesis de 2018 sobre el Objetivo de Desarrollo Sostenible 6 relacionado con el agua y el saneamiento](#). Este informe contiene un examen pormenorizado que incluye datos sobre las bases de referencia mundiales en torno al ODS 6, la situación y las tendencias actuales a escala mundial y regional, y las medidas que deben tomarse para alcanzar este objetivo, a más tardar, en 2030. El informe se basa en los últimos datos disponibles sobre los 11 indicadores del ODS 6, seleccionados por los Estados Miembros para seguir los progresos hacia la consecución de las ocho metas mundiales, así como en datos complementarios y la base empírica de un amplio abanico de fuentes.

3. Seguridad hídrica

La seguridad hídrica es un concepto en evolución desde el II Foro Mundial del Agua (La Haya, 2000). En la actualidad, podemos encontrar diferentes definiciones, pero algunos puntos en común que resultan claves son los siguientes:

- ◊ Es una característica de la población, con lo cual lleva la visión mundial a la acción local.
- ◊ Refiere no solo a las situaciones de emergencia hídrica debido a los eventos extremos, sino que refleja la condición sanitaria y contempla los servicios que prestan los ecosistemas en el ciclo hidrológico.
- ◊ Orienta la definición de las políticas públicas en el tema agua, define criterios para establecer metas y aporta indicadores para evaluar la efectividad de las decisiones.

La Asociación Mundial del Agua (GWP, por su sigla en inglés) ha documentado el tratamiento del tema a través de sus Publicaciones Técnicas 20 y 22:



[Water Security: Putting the Concept into Practice](#)



[Aumentando la seguridad hídrica: la clave para la implementación de los Objetivos de Desarrollo Sostenible](#)

En este último documento se resalta que cada vez más la seguridad hídrica es considerada el *sine qua non* para el desarrollo sostenible.

“la capacidad de la población de salvaguardar el acceso sostenible a cantidades adecuadas y de calidad aceptable de agua para sostener los medios de vida, el bienestar humano y el desarrollo socioeconómico; para garantizar la protección contra la contaminación del agua y los desastres relacionados con el agua; y para preservar los ecosistemas en un clima de paz y estabilidad política (ONU-Agua, 2013) [...] [...] la disponibilidad de una cantidad y calidad aceptable de agua para la salud, los medios de vida, los ecosistemas y la producción, aunado a un nivel aceptable de riesgos relacionados con el agua a las personas, los ambientes y las economías (Grey y Sadoff, 2007)”.



Por su parte, Humberto Peña (2014) introduce en el concepto de seguridad hídrica los aspectos organizacionales de la sociedad como un factor determinante, como puede verse en el documento [Desafíos de la seguridad hídrica en América Latina y el Caribe](#)

La seguridad hídrica consiste en tener:

- ◊ Una disponibilidad de agua que sea adecuada, en cantidad y calidad, para el abastecimiento humano, los usos de subsistencia, la protección de los ecosistemas y la producción.
- ◊ La capacidad –institucional, financiera y de infraestructura– para acceder y aprovechar dichos recursos de forma sostenible y manejar las interrelaciones y externalidades entre los diferentes usos y sectores de manera coherente.
- ◊ Un nivel aceptable de riesgos para la población, el medio ambiente y la economía, asociados a los recursos hídricos.



También el concepto se ha visto plasmado en la Fase VIII del Programa Hidrológico Intergubernamental (PHI) que

se desarrolla entre 2014 y 2021 [Seguridad Hídrica: respuesta a los desafíos locales, regionales y mundiales. Programa Hidrológico Internacional. Octava Fase. Plan Estratégico 2014-2021](#), donde define a la seguridad hídrica como:

“La capacidad de una población para salvaguardar el acceso a cantidades adecuadas de agua de calidad aceptable, que permita sustentar tanto la salud humana como la del ecosistema, basándose en las cuencas hidrográficas, así como garantizar la protección de la vida y la propiedad contra riesgos relacionados con el agua –inundaciones, derrumbes, subsidencia de suelos y sequías”.

El concepto de seguridad hídrica sirve además para darnos cuenta de que los problemas del agua son muchos, las dimensiones que requiere su análisis son múltiples y que su solución requiere un enfoque donde comulguen articuladamente distintas disciplinas.

En el siguiente video el M.Sc. Jorge Hidalgo, Coordinador de Comunicación, Participación e Información del Instituto Mexicano de Tecnología del Agua, Cátedra UNESCO Agua en la Sociedad del Conocimiento, nos habla de “La multidimensionalidad de los problemas del agua”.



<https://youtu.be/huJ6xrw5yoU>

4. Gestión Integrada de los Recursos Hídricos

Una vez entendido el concepto de seguridad hídrica y la necesidad de un enfoque multidimensional e interdisciplinar, es fundamental considerar cómo puede lograrse esta tan deseada seguridad de la población.

El MSc. Mario Schreider Director de la Cátedra UNESCO, Agua y Educación para el Desarrollo Sostenible FICH-UNL, tiene a su cargo la siguiente presentación, donde señala a la Gestión Integrada de los Recursos Hídricos (GIRH) como el vehículo hacia la seguridad hídrica y cumplimiento de los ODS. En ella verán conceptos básicos, los principios y el marco general de la gestión.



<https://youtu.be/Ko4vJ5hLABo>



Desde los siguientes vínculos, pueden descargar material de lectura para profundizar en el tema:

[Asociación Mundial para el Agua GWP \(2000\). TAC N° 4 Manejo Integrado de Recursos Hídricos. ISBN: 91-631-0058-4. Estocolmo.](#)

[Sadoff, C. y Muller, M. \(2010\). TAC N° 14. La Gestión del Agua, la Seguridad Hídrica y la Adaptación al Cambio Climático: Efectos Anticipados y Respuestas Esenciales. Asociación Mundial para el Agua GWP. ISBN: 978-91-85321-80-3. Estocolmo.](#)

[Asociación Mundial para el Agua GWP \(2012\). Aumentar la Seguridad Hídrica: Un imperativo para el Desarrollo. Documento de perspectiva.](#)

[Cap-Net \(2009\). La GIRH como herramienta para la adaptación a los cambios climáticos. Manual de capacitación.](#)

5. A modo de reflexión final

Mientras los ODS señalan las metas que los gobiernos (nacionales, provinciales, locales) han acordado cumplir en el marco de la Agenda 2030, incluyendo la necesidad de adoptar un enfoque integrado de la *gestión del agua*, la *seguridad hídrica* hace foco en la sociedad y en los problemas que localmente deben atenderse por la abundancia y/o la escasez de los recursos hídricos.

Por ejemplo, para cumplir con el ODS 6 *Agua limpia y saneamiento*, se han planteado las siguientes metas:

6.1 De aquí a 2030, lograr el acceso universal y equitativo al agua potable a un precio asequible para todos.

6.2 De aquí a 2030, lograr el acceso a servicios de saneamiento e higiene adecuados y equitativos para todos y poner fin a la defecación al aire libre, prestando especial atención a las necesidades de las mujeres y las niñas y las personas en situaciones de vulnerabilidad.

6.3 De aquí a 2030, mejorar la calidad del agua reduciendo la contaminación, eliminando el vertimiento y minimizando la emisión de productos químicos y materiales peligrosos, reduciendo a la mitad el porcentaje de aguas residuales sin tratar y aumentando considerablemente el reciclado y la reutilización sin riesgos a nivel mundial.

6.4 De aquí a 2030, aumentar considerablemente el uso eficiente de los recursos hídricos en todos los sectores y asegurar la sostenibilidad de la extracción y el abastecimiento de agua dulce para hacer frente a la escasez de agua y reducir considerablemente el número de personas que sufren falta de agua.

6.5 De aquí a 2030, implementar la gestión integrada de los recursos hídricos a todos los niveles, incluso mediante la cooperación transfronteriza, según proceda.

6.6 De aquí a 2020, proteger y restablecer los ecosistemas relacionados con el agua, incluidos los bosques, las montañas, los humedales, los ríos, los acuíferos y los lagos.

6.a De aquí a 2030, ampliar la cooperación internacional y el apoyo prestado a los países en desarrollo para la creación de capacidad en actividades y programas relativos al agua y el saneamiento, como los de captación de agua, desalinización, uso eficiente de los recursos hídricos, tratamiento de aguas residuales, reciclado y tecnologías de reutilización.

6.b Apoyar y fortalecer la participación de las comunidades locales en la mejora de la gestión del agua y el saneamiento.

Estos son los compromisos gubernamentales asumidos que apuntan a garantizar la disponibilidad de agua y de saneamiento.

El logro de estas metas, por la instrumentación de una gestión sostenible, integrada y participativa, se traduce en la mejora de la seguridad hídrica de la población.

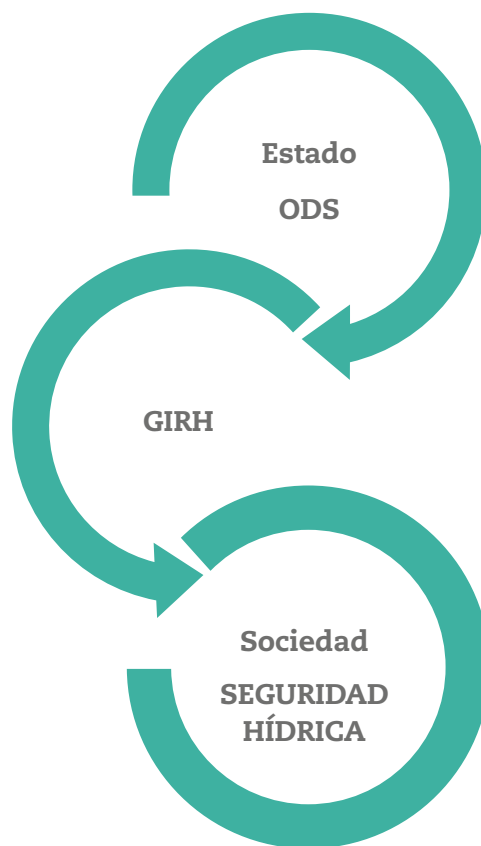


Figura 3: Relación entre los ODS, GIRH y Seguridad Hídrica. Diseño y elaboración: Marta Paris, Verónica Durán y Carolina Ibañez.

TÓPICO 3

DESASTRES RELACIONADOS CON EL AGUA Y CAMBIOS HIDROLÓGICOS

1. Introducción

Los desastres relacionados con el agua son el resultado de complejas interacciones entre los océanos, la atmósfera y la tierra.

Es de esperar que las inundaciones y las sequías aumenten como producto del calentamiento global. El incremento del impacto y del costo de los desastres de origen hídrico está relacionado con el aumento de su magnitud y frecuencia, con la urbanización no planificada, con la degradación de los servicios del ecosistema, con la vulnerabilidad de los medios de subsistencia, y la percepción pública errónea sobre el riesgo.

El desafío es identificar las medidas de adaptación apropiadas y oportunas en un ambiente cambiante.

Las principales lagunas en el conocimiento actual tienen que ver con una comprensión incompleta de los procesos hidrológicos y su vínculo con la atmósfera, la biósfera y la sociedad humana, así como con las técnicas apropiadas para la integración y la asimilación de datos, con la heterogeneidad de los temas, con la capacidad para predecir los procesos hidrológicos y sus interacciones y repercusiones sobre los sistemas socioecológicos, con la gestión de la incertidumbre, con la comunicación y con la incorporación de los recursos apropiados en la toma de decisiones.

Es necesario transferir más activamente el conocimiento a los decisores políticos para garantizar que las decisiones sean tomadas teniendo en cuenta la mejor información disponible. Se requiere fortalecer las investigaciones y la creación de sistemas de alerta temprana para respaldar la cooperación con miras a progresar en los estudios de vulnerabilidad, en las acciones de adaptación al cambio climático, y en la promoción de enfoques innovadores para la educación y el fortalecimiento de capacidades.



Tomado de [Fase VIII del PHI de la UNESCO](#).

El cambio climático conduce a un aumento de la temperatura media de la Tierra que mundialmente provoca modificaciones en el ciclo hidrológico. El Panel Intergubernamental para el Cambio Climático (IPCC, por su sigla en inglés) ha planteado distintos escenarios de aumento de la temperatura atmosférica en función de la generación de gases de efecto invernadero. Estos escenarios están asociados a las políticas que las naciones decidan llevar adelante para alcanzar su desarrollo.

A partir de ello se han realizado investigaciones a menores escalas (en inglés *downscaling*), regionales, nacionales y hasta de cuenca, para obtener pronósticos de la distribución de las precipitaciones. Los resultados muestran el aumento de la cantidad de agua de lluvia en algunos lugares, mientras en otros se observa la intensificación de las sequías, la ocurrencia de tormentas cada vez más intensas y huracanes de mayor peligrosidad, entre otros fenómenos.

En la siguiente presentación el Dr. Polioptro F. Martínez Austria, Director de la Cátedra UNESCO en Riesgos Hidrometeorológicos, destaca el porcentaje de desastres relacionados con el agua y la cantidad de personas afectadas por ellos. Tormentas, huracanes, inundaciones y sequías son responsables de un impacto mayor en la sociedad.



<https://youtu.be/t9Bw6JlCrmY>

La prevención de las crecidas e inundaciones puede ser realizada a partir de modelos hidrológicos. Se trata de herramientas que permiten evaluar las condiciones de vulnerabilidad, mejorar la gestión de riesgos y emergencias, definir elementos claves para la gobernabilidad y la participación y, especialmente, lograr el pronóstico y alerta anticipada ante los fenómenos hidrológicos.

Lograr que un modelo sea una herramienta de gestión requiere la incorporación de datos e información fehaciente y sistemáticamente actualizada.

En el siguiente video el Dr. Alfonso Gutiérrez, Coordinador Regional para Latinoamérica y el Caribe de la Iniciativa Internacional sobre Inundaciones (IFI) del Programa Hidrológico Intergubernamental de la UNESCO (UNESCO-PHI), desarrolla este tema.



<https://youtu.be/CSfdJLB-2QI>

Las evidencias del cambio climático en la criósfera –partes de la superficie de la Tierra donde el agua se encuentra en estado sólido– están siendo estudiadas en América Latina por el Programa de Nieves y Hielos de UNESCO-PHI.

El MSc. Bolívar Cáceres Correa, Coordinador del Grupo de Trabajo en Nieves y Hielos (GTNH) del Programa Hidrológico Intergubernamental de la UNESCO (UNESCO-PHI) para el período 2017-2019, responsable de Glaciología del Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología (INAMHI) de Ecuador, presenta algunas de estas evidencias, basadas en el inventario de glaciares realizado desde México hasta Argentina y en el análisis de la variación de la cobertura de estos en distintos países de la región.

El ODS 13 hace mención a adoptar medidas urgentes para combatir el cambio climático y sus efectos. La disminución de la superficie cubierta por los glaciares tiene consecuencias globales que se traducen en el clima y el ascenso del nivel medio del mar. Localmente, afecta al volumen de las reservas de agua dulce y al aumento de la erosión de los suelos. Numerosas comunidades andinas dependen de fuentes de abastecimiento de agua como ríos, arroyos, humedales y acuíferos que son alimentados por el lento derretimiento de estos cuerpos de agua sólida.



<https://youtu.be/46eNMIRwu1E>

El mayor derretimiento de los glaciares conduce al aumento del escurrimiento superficial y, con ello, a la erosión y degradación de suelos, a una mayor producción de sedimentos transportados hacia y en los cursos de agua. Estos fenómenos pueden tener consecuencias severas como derrumbes y pérdida de la capacidad de almacenamiento y regulación de los embalses, además de un potencial aumento de las crecidas, el empeoramiento de las condiciones de navegabilidad de los cursos de agua, y modificaciones en los ecosistemas, entre otras.

Las lluvias intensas y las malas prácticas de manejo del suelo y del agua –como la deforestación, el sobrepastoreo, la compactación por maquinaria agrícola, la quema de zonas boscosas, la minería no sostenible, entre otras– son también responsables de muchos procesos de erosión– producción de sedimentos-sedimentación que se traducen en un desmejoramiento de la seguridad hídrica de la población.

En el siguiente video del Ph.D. Pablo García-Chevesich, Coordinador del Programa de Sedimentos de UNESCO para Latinoamérica y el Caribe, se muestran claros ejemplos de esta situación.



<https://youtu.be/ajFDkhXhxfI>

2. La gestión integrada de las crecidas e inundaciones

El concepto de seguridad hídrica hace clara mención a los desastres relacionados con el agua:

- ◊ Inundaciones por desbordes de ríos, lluvias intensas, ascenso del nivel de agua subterránea.
- ◊ Sequías.
- ◊ Derrumbes y deslizamientos.

El ODS 11 en su meta 11.5 menciona explícitamente a los desastres relacionados con el agua: “De aquí a 2030, reducir significativamente el número de muertes causadas por los desastres, incluidos los relacionados con el agua, y de personas afectadas por ellos, y reducir considerablemente las pérdidas económicas directas provocadas por los desastres en comparación con el producto interno bruto mundial, haciendo especial hincapié en la protección de los pobres y las personas en situaciones de vulnerabilidad”.

La combinación entre las amenazas hidrológicas debido al exceso o falta de agua, se suma a la vulnerabilidad del sistema social para dar lugar a distintas situaciones de riesgo que se traducen en impactos y costos en la sociedad, la salud, la infraestructura, los ecosistemas, etcétera.

Se suma a ello:

- ◊ La percepción del riesgo, muchas veces equivocada.
- ◊ La falta de reconocimiento de las incertidumbres en el conocimiento de los sistemas.
- ◊ La falta de datos.
- ◊ Las falencias en los esquemas de gobernanza
- ◊ El cambio climático y la variabilidad climática, etc.

En el siguiente video se exponen algunas razones para comprender el enfoque que debería tener la gestión de las crecidas e inundaciones para garantizar la seguridad hídrica y los ODS.



https://youtu.be/RAKC_ObhwCg



El Ing. Carlos Ubaldo Paoli, Profesor de la Cátedra UNESCO Agua y Educación para el Desarrollo Sostenible FICH-UNL, y Director del Centro Regional Litoral, Instituto Nacional del Agua, Argentina, pone énfasis en conceptos que ya se han visto en el curso, como la gestión integrada –en este caso para las crecidas e inundaciones–, y presenta la [Guía sobre Gestión Integrada de Crecidas](#), que es un documento práctico para abordar el tema.

En este libro encontrarán un buen desarrollo de estos temas. Vale la pena resaltar aquí algunos conceptos, comenzando por reconocer la diferencia entre *crecida de un río e inundación* y cuál es el enfoque que debe adoptarse para su gestión.

- ◊ La crecida de un río o una tormenta severa, son fenómenos naturales que forman parte de los procesos hidrológicos propios de las características meteorológicas y fisiográficas de cada región. Esto refiere a las particularidades de las componentes del ciclo hidrológico en cada cuenca, al cambio climático y a la variabilidad climática.
- ◊ La inundación es la presencia de agua sobre el terreno en lugares, tiempos y formas que resultan inadecuados para las actividades humanas y, por lo tanto, producen afectaciones económicas, sociales y ambientales. Esto requiere tener en cuenta las características del medio físico –natural e intervenido– y el uso y ocupación del territorio.

La definición de medidas de acción y, en general, de planes de gestión de crecidas e inundaciones debe basarse en la adopción de la cuenca como unidad de planificación, promoviendo la participación activa y efectiva de los actores involucrados y considerando el manejo del riesgo en sus tres grandes etapas o fases del evento hidrológico: la preparación (preevento), la respuesta (durante la emergencia) y la recuperación (luego del evento).

Contar con un plan de gestión integrada de crecidas desarrollado en el marco de un proceso participativo es fundamental para lograr la seguridad hídrica y resiliencia de una comunidad.

Esto significa que la sociedad cuente con una mejor capacidad para su desarrollo y bienestar, pueda enfrentar las situaciones adversas (seguridad hídrica) y tenga una mejor capacidad para recuperarse de las últimas (resiliencia).



La segunda parte de la [Guía sobre Gestión Integrada de Crecidas](#), contiene el caso de estudio de la ciudad de Santa Fe (Argentina), que integra la Red de 100 ciudades resilientes en el mundo.

En los siguientes videos la Ing. Silvia Wolansky, Profesora de la Cátedra UNESCO Agua y Educación para el Desarrollo Sostenible FICH-UNL y la Lic. Andrea Valsagna, Secretaria de Desarrollo Estratégico y Resiliencia de la Municipalidad de Santa Fe, Argentina, nos hablan sobre la gestión del riesgo hídrico en la ciudad de Santa Fe, la seguridad hídrica y la resiliencia de la ciudad.



<https://youtu.be/VVu6JLxsik>

<https://youtu.be/XpMHeKBU1Aw>

Preparación	Medidas que actúan sobre o modifican la crecida	Medidas que modifican la susceptibilidad a la inundación	Medidas que actúan sobre el impacto de la inundación
• Forma parte de la planificación a largo plazo. • Apunta a reducir la vulnerabilidad y limitar la magnitud del peligro o amenaza del evento. • Incluye medidas preventivas para enfrentar el evento hidrológico.	• Presas. • Terraplenes. • Canales. • Modificaciones en el cauce. • Regulación del drenaje urbano.	• Regulación de la planicie de inundación. • Alerta y prevención con sistemas de información y planes de contingencia. • Técnicas y prácticas constructivas adaptadas a las inundaciones. • Relocalización.	• Seguro contra inundaciones. • Medidas de compensación y recuperación.
Respuesta	Recuperación		
• Se orienta a limitar los efectos de la exposición a un peligro y a su duración. • Enfoca principalmente a alertar a las personas, rescatar víctimas y proporcionar ayuda. • Considera el reacondicionamiento provisorio de la infraestructura importante.	• El objetivo es permitir que las actividades económicas y sociales regresen a la normalidad con el mínimo retraso. • Incluye el análisis del desastre para aprender lecciones que permitan integrar medidas correctivas en la prevención y preparación del plan.		

Tabla 1: Etapas y acciones en la gestión de un evento hidrológico extremo. Diseño y elaboración: Marta Paris, Verónica Durán y Carolina Ibañez.

3. A modo de reflexión final

Vivimos en un mundo cambiante. No hay dudas de ello, sea porque pongamos atención a los efectos del cambio climático o porque sea cada vez más pronunciada la variabilidad climática. Las evidencias de esto son cada vez más notorias tanto a nivel mundial como a escala local. Las regiones húmedas se están volviendo más húmedas y las más secas aún más secas. Lluvias cada vez más intensas conducen a crecidas, inundaciones, derrumbes y deslizamientos. Hay sequías más prolongadas y frecuentes.

Pero nosotros no solo somos observadores de esos sucesos, sino que somos actores en estos escenarios. Algunas veces, por la responsabilidad de haber sido partícipes de las causas que producen o favorecen estos cambios y/o variabilidad; otras, por sufrir las consecuencias, pero también por no asumir la responsabilidad o tener la capacidad para enfrentarlos.

La búsqueda de estrategias para superar las situaciones adversas, de estos y otros escenarios, lleva a que la población mejore su capacidad para adaptarse a ellos, esto es, la resiliencia. El ser humano —en forma individual o colectiva— es instintivamente resiliente. Por lo general, aprende o desarrolla naturalmente esta capacidad de superación, más aún cuando ya ha pasado por una experiencia compleja. Por su parte, el gobierno (nacional, provincial o local) generalmente hace aportes a la construcción de una sociedad resiliente. Por ejemplo, encarando planes de gestión de crecidas, de gestión de riesgo por inundaciones y de contingencia; organizando sistemas de alerta temprana de eventos hidrometeorológicos extremos y derrumbes, campañas de educación, concientización, etcétera.

Sin embargo, aunque es muy bueno poder superarse, en términos prospectivos esto no es suficiente para lograr soluciones sostenibles. Es necesario que la sociedad tenga capacidad para satisfacer sus requerimientos de agua potable y de saneamiento, que respete el equilibrio dinámico de los cuerpos de agua (superficiales y subterráneos) y de los ecosistemas, que logre proteger sus medios de sustento, su producción, sus bienes y su vida y fortalecer la gobernanza. Esta característica —propia de la sociedad— es la seguridad hídrica.

Para ello es fundamental tener una real comprensión de las reservas hídricas, en cantidad y calidad; una identificación de los usuarios actuales y potenciales de agua incluyendo los ecosistemas; reducir la incertidumbre en el conocimiento de los fenómenos y procesos hidrológicos; instrumentando redes de medición; plantear escenarios; promover el desarrollo de capacidades para fortalecer las instituciones y las organizaciones de gobierno; salvar las asimetrías de conocimiento, etcétera.

Es necesario, entonces, adoptar un nivel aceptable de riesgo (ya que el riesgo cero no se logra) y encaminar las medidas y planes de gestión integrada y participativa que promuevan la disminución de la *inseguridad hídrica*, basadas en el conocimiento de las amenazas hidrológicas, la influencia del cambio climático y la variabilidad climática, las condiciones de vulnerabilidad y la exposición del sistema natural y humano.

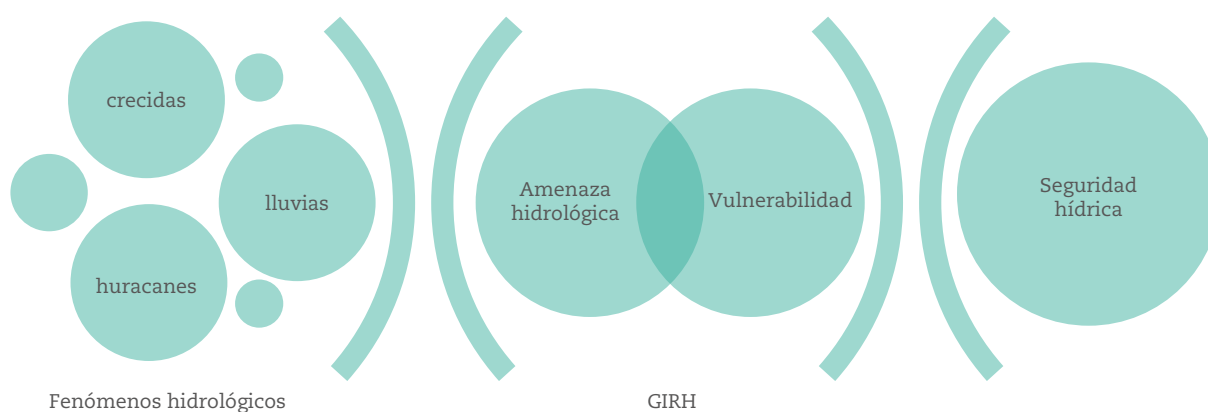


Figura 4: Seguridad hídrica y eventos hidrológicos extremos. Diseño y elaboración: Marta Paris, Verónica Durán y Carolina Ibañez.

Mejorar la condición de seguridad hídrica, haciendo converger los aspectos antes señalados, traduce la visión que alimenta los planes de gestión del agua a la acción local. Esto es así, ya que, mientras los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) son compromisos de los gobiernos de los países, la seguridad hídrica da cuenta de cómo una comunidad está preparada, tanto para enfrentar las situaciones adversas, como para recuperarse de ellas.

TÓPICO 4

AGUAS SUBTERRÁNEAS

EN UN AMBIENTE CAMBIANTE

1. Introducción

El agua subterránea representa el 98% del agua dulce en estado líquido del mundo. Es parte de numerosos procesos geológicos y geoquímicos y sirve de base para varias funciones y servicios ecológicos. El uso del agua subterránea ha crecido significativamente en los últimos 50 años debido a su elevada confiabilidad en épocas de sequías, su buena calidad, y por lo general modestos costos de desarrollo. Si bien hoy tenemos un mayor conocimiento del agua subterránea y de los acuíferos, es necesario comprender mejor los complejos sistemas relacionados con los acuíferos, el creciente riesgo mundial de agotamiento del agua subterránea, el deterioro de la calidad y la contaminación, y la resiliencia de las comunidades dependientes de las fuentes de agua subterránea.

Se deben promover medidas para el manejo sostenible de los recursos hídricos subterráneos, utilizando métodos apropiados para su desarrollo, explotación y protección, la elaboración de un nuevo mapa de aguas subterráneas, el fortalecimiento de políticas para la gobernanza del agua subterránea y para los derechos de los usuarios en situaciones de emergencia. Para hacer frente a estos desafíos es necesaria la ejecución de trabajos de investigación, la implementación de nuevas metodologías científicamente basadas, y la adhesión a principios respetuosos del ambiente para la gestión integrada y la protección de los recursos hídricos subterráneos.



Tomado de documento [PHI-UNESCO-fase 8](#)

En el siguiente video, la Dra. Ofelia Tujchneider, Profesora de la Cátedra UNESCO Agua y Educación para el Desarrollo Sostenible FICH-UNL, nos explica qué son las aguas subterráneas y los acuíferos, y también la necesidad de conocerlos para saber usarlos y gestionarlos, evitando conflictos y protegiendo su condición de recurso.



<https://youtu.be/xBkFgt5RmRk>



Imagen 1: Pozo de abastecimiento de agua en zona rural, Esperanza, Santa Fe, Argentina. Marta Paris^o.



Imagen 2: Perímetro de protección en pozo de abastecimiento de agua en zona urbana, Villa María, Córdoba, Argentina. Marta Paris^o.



Imagen 3: Medición de profundidad del agua, Esperanza, Santa Fe, Argentina. Marta Paris®



Imagen 4: Toma de muestras y mediciones, Santa Fe, Santa Fe, Argentina. Marta Paris®.



Imagen 5: Medición conductividad eléctrica del agua, Guanacaste, Costa Rica. Marta Paris®.



Imagen 6: Medición de profundidad del agua, Esperanza, Santa Fe, Argentina. Marta Paris®.



Imagen 7: Molino para captación rural, Esperanza, Santa Fe, Argentina. Marta Paris®.

Pueden descargar desde los siguientes vínculos los libros que presentó la profesora Tujchneider en el video:

Programa UNESCO/OEA ISARM Américas, Acuíferos transfronterizos de las Américas:

- ◊ [PHI-VIII/SERIE ISARM AMÉRICAS Nº 2 Marco Legal e Institucional en la Gestión de los sistemas acuíferos transfronterizos en las Américas.](#)
- ◊ [PHI-VIII/SERIE ISARM AMÉRICAS Nº 3 Aspectos socioeconómicos, ambientales y climáticos de los sistemas.](#)
- ◊ [PHI-VIII/SERIE ISARM AMÉRICAS Nº 4 Estrategia regional para la evaluación y gestión de los sistemas acuíferos transfronterizos en las Américas.](#)

2. Promover la gestión de acuíferos transfronterizos

Las aguas subterráneas constituyen la fuente de abastecimiento de dos mil millones de personas en el mundo. Además, innumerables emprendimientos productivos (agrícolas e industriales) dependen de ella.

A pesar de reconocer su importancia, el mayor desafío está dado por:



Figura 5: Desafíos del balance de agua. Diseño y elaboración: Marta Paris, Verónica Durán y Carolina Ibañez.

El equilibrio de este balance entre la demanda –en constante crecimiento– y los recursos –finitos y vulnerables al deterioro– requiere la definición de una unidad de análisis.

Para el caso de los recursos hídricos superficiales (ríos, lagos, arroyos, etc.) está claro que esta unidad es la cuenca hidrográfica. Pero, en el caso de los acuíferos, el límite definido por las divisorias de aguas superficiales (zonas más elevadas del territorio) suele no ser coincidente con los límites del acuífero. En muchas ocasiones, los límites del acuífero que sustenta el abastecimiento de una población o una actividad económica exceden los límites de la cuenca hidrográfica.

Esto no debe ser un impedimento para la gestión integrada de los recursos hídricos a escala de la cuenca pues la oferta hídrica de la cuenca –que definirá la seguridad hídrica del arco social que habita el territorio de la cuenca– estará definida por la componente superficial y también por la subterránea.

Así, aunque la evaluación y estrategias de gestión se planteen a escala de la cuenca hidrográfica, es necesario reconocer que la extensión del reservorio subterráneo excede los límites de esa unidad de gestión, que incluso otras cuencas pueden estar relacionadas con el sistema subterráneo y, de ser necesario, se deberán realizar estudios que abarquen extensiones mayores para garantizar la gestión sostenible de los recursos hídricos.

La complejidad de este análisis –que se traslada a la gestión– es aún mayor, puesto que el agua no reconoce las fronteras que definen los límites de los países. Así, los recursos hídricos compartidos o transfronterizos también comprenden a los acuíferos.

La Profesora Ofelia Tujchneider mencionó los avances logrados en el inventario de acuíferos transfronterizos en América Latina y el Caribe. Uno de estos acuíferos transfronterizos es el Sistema Acuífero Guaraní (SAG), un recurso compartido por Argentina, Brasil, Paraguay y Uruguay, que ha dado lugar entre 2003 y 2009 al desarrollo de un proyecto financiado por el Fondo para el Medio Ambiente Mundial y que ha producido importantes avances en el conocimiento técnico y en instrumentos para su gestión sostenible.

En la siguiente videopresentación, el Lic. Alberto Manganelli, Director del Centro Regional para la Gestión de Aguas Subterráneas (CeReGas) auspiciado por la UNESCO, presenta alguno de estos resultados y explica por qué es necesaria la gestión compartida de los acuíferos transfronterizos.



<https://youtu.be/I8ELq61NOvc>

Desde el siguiente vínculo pueden descargarse los documentos producidos durante el desarrollo del Proyecto para la Protección Ambiental y Desarrollo Sostenible del Sistema Acuífero Guaraní.



www.ceregas.org/publicaciones

3. Mejorar la gestión sostenible del agua subterránea

Las aguas subterráneas son parte indisociable del ciclo hidrológico. Son una componente del mismo que mantiene relaciones con las fases atmosférica y superficial a través de los procesos de recarga-descarga de acuíferos.

El ciclo en sí mismo debe interpretarse como un sistema socio-eco-hidrológico dinámico, puesto que estas relaciones entre las componentes del ciclo del agua se asocian a los procesos biológicos y sociales manteniendo un equilibrio dinámico.

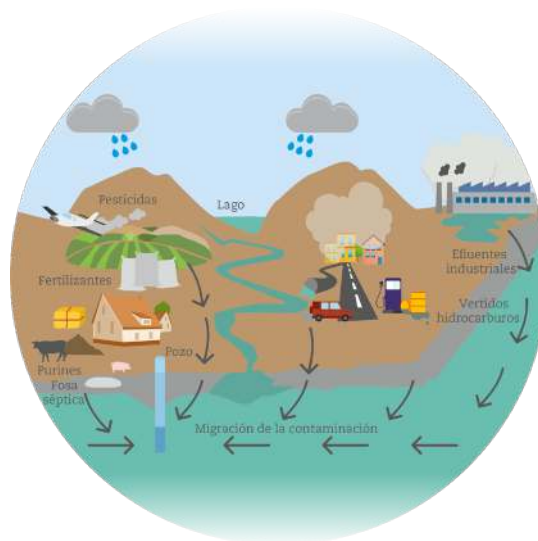


Figura 6: Ciclo hidrológico ambiental. Diseño y elaboración: Marta Paris, Verónica Durán.

Como parte de estas relaciones, existen ríos y ecosistemas que dependen del aporte de los acuíferos y viceversa.

La degradación de la calidad del agua subterránea y las extracciones excesivas —consecuencia de la actividad humana— introducen modificaciones que alteran el equilibrio de este sistema socio-eco-hidrológico.

Por otra parte, la variabilidad y el cambio climático provocan modificaciones en las componentes atmosférica y superficial del ciclo del agua, que derivan en modificaciones del monto y distribución de la recarga a los acuíferos.

Lluvias intensas pueden dar lugar a un ascenso de los niveles de agua subterránea que provoque el anegamiento del terreno y/o un aumento de la vulnerabilidad del acuífero o del peligro de su contaminación. Por el contrario, una disminución de la tasa de recarga, provocada por la prolongación de un período de sequía, puede dar lugar a la reducción del volumen de las reservas de agua subterránea y, por ende, de la disponibilidad.

La gestión sostenible del agua subterránea (y en general del agua) requiere considerar todo lo que hasta aquí se ha señalado para definir estrategias y acciones que sirvan para dar solución a los problemas y no solamente a los síntomas.

Además de atender las situaciones problemáticas que surgen en emergencias o conflictos (sequía, contaminación por vertido de un efluente, entre otros fenómenos) y las situaciones regulares o cotidianas que tienen que ver con la administración (ejecución y control de obras y medidas no estructurales como un sistema de información, inspecciones u otras), la gestión debe contar con la prospectiva que aporta la planificación.

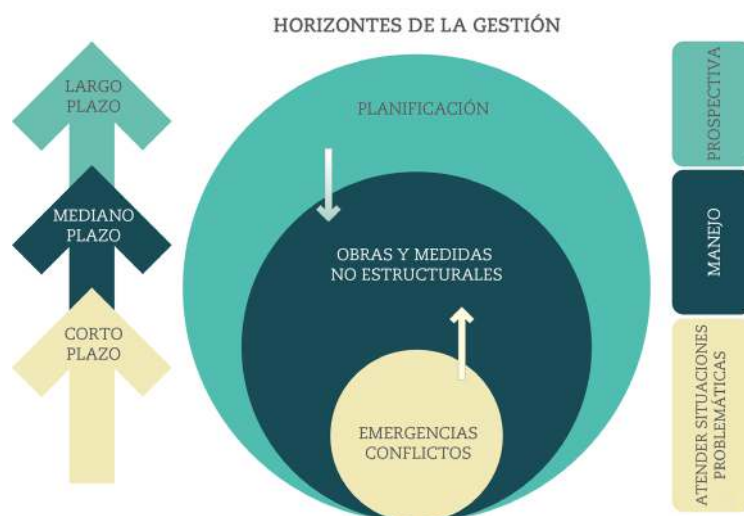


Figura 7: Horizontes de la gestión. Diseño y elaboración: Marta Paris, Verónica Durán y Carolina Ibañez.

Esta visión a largo plazo que se logra con el plan de gestión incluye la definición de objetivos, metas y acciones organizadas en un ciclo evolutivo como el que se muestra en la siguiente figura:

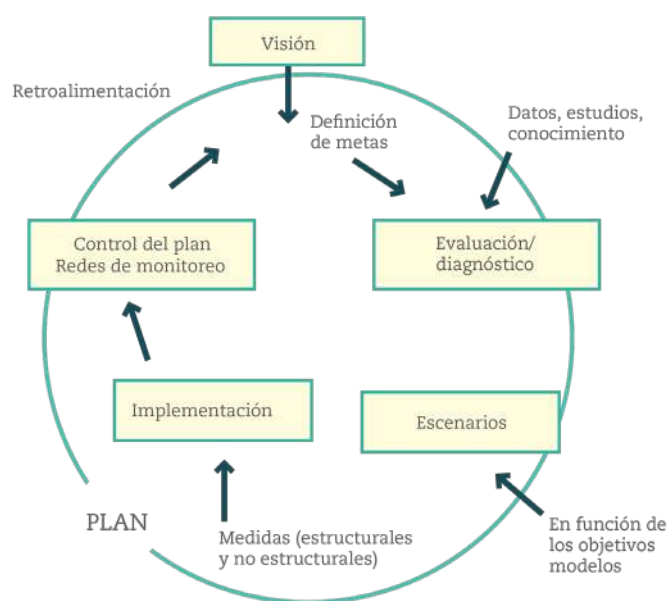


Figura 8: Plan de gestión del agua. Diseño y elaboración: Marta Paris, Verónica Durán y Carolina Ibañez.

Este plan reconoce que, cualesquiera sean los objetivos y metas, es necesario contar con un diagnóstico basado en el conocimiento, datos, estudios e información de los recursos acuíferos. A partir de este diagnóstico, y según los objetivos planteados, se propondrán distintos escenarios de gestión que permitirán analizar anticipadamente el efecto de la variabilidad y/o el cambio climático, el cambio en la tasa de recarga, el efecto de la recarga artificial, distintos esquemas de extracción de agua, etcétera.

La modelación matemática de acuíferos es sin dudas una herramienta fundamental para ello.

El control, tanto del avance de las etapas del plan como del monitoreo del sistema hídrico subterráneo, a través de redes de monitoreo, es una componente clave del plan de gestión.

El análisis e interpretación de los resultados del monitoreo permiten evaluar la efectividad de las medidas propuestas, mejoran el conocimiento del sistema y posibilitan el planteo de correcciones al plan.

4. Promover la protección de las aguas subterráneas

Hemos visto hasta aquí que la gestión sostenible del agua requiere de planes; sean estos planes por cuenca, planes que refieran a aspectos específicos como la gestión de crecidas o lluvias de alta intensidad, las sequías y los esquemas de extracción de agua de un acuífero o para definir las medidas de mitigación y/o adaptación al cambio climático.

Pero la protección del agua subterránea requiere simultáneamente poner la atención en la calidad del recurso (el agua del acuífero) y de las fuentes de abastecimiento (el agua en el pozo). Para ello, nuevamente entran en juego dos escalas de análisis, que no son excluyentes entre sí, sino más bien complementarias, y que sirven para exponer las responsabilidades compartidas entre instituciones y usuarios.

En la obra [Protección de la Calidad del Agua Subterránea. Guía para empresas de agua, autoridades municipales, y agencias ambientales](#) se indica que la protección del acuífero es responsabilidad de las instituciones nacionales o provinciales y que el análisis se realiza a una escala cubra:

- ◊ toda (o gran parte) de la extensión del acuífero;
- ◊ la porción del mismo comprendida por la cuenca o
- ◊ el territorio que abarque la o las localidades que sustentan su abastecimiento con este recurso.

Las herramientas sustantivas para definir las medidas de protección en este caso son: la vulnerabilidad frente a la contaminación y el reconocimiento de las principales fuentes de contaminación potencial.

La protección de las fuentes de abastecimiento –esto es, las obras de captación propiamente dichas (pozos, perforaciones, galerías, etc.)– es responsabilidad de las autoridades locales y/o empresas prestadoras del servicio, como se explica en la videopresentación que sigue. Las medidas de acción se definen, en este caso, considerando principalmente el inventario de cargas o actividades (actuales o potenciales) que representan amenazas de contaminación al subsuelo, y su ubicación o distancia a los pozos. Este análisis se realiza a escala local (de mayor de detalle), y tiene en cuenta también la vulnerabilidad del acuífero dentro de los llamados perímetros de protección.

La siguiente presentación de la Dra. Marta Paris está destinada a exponer los conceptos de vulnerabilidad, amenaza, peligro de contaminación del agua subterránea y perímetros de protección de pozos, todas herramientas de gestión para la protección del agua subterránea.



<https://youtu.be/8SrmJXt5mFo>



En la obra [Protección de la Calidad del Agua Subterránea. Guía para empresas de agua, autoridades municipales, y agencias ambientales](#) podrán completar ampliamente los conceptos vistos.

5. A modo de reflexión final

Para hacer un buen uso de los recursos es necesario conocerlos. Si no se sabe qué es lo que se dispone (en cantidad y calidad) y cuál es la vulnerabilidad de los acuíferos a la contaminación, poco puede hacerse para gestionarlos de modo sostenible.

Conocer los acuíferos es una tarea que debe realizarse considerando en todo momento que estos son parte del ciclo hidrológico y que las aguas subterráneas mantienen relaciones dinámicas con las componentes atmosférica y superficial de este ciclo.

Es posible entonces ir conociendo el acuífero por aproximaciones sucesivas. Cada vez que se realiza una nueva perforación o se observa el comportamiento de las aguas subterráneas a través de los resultados de un monitoreo sistemático, se mejora el conocimiento de un acuífero.

Se debe tener clara la escala de trabajo: si es necesario cubrir todo el acuífero, la cuenca hidrográfica o la porción que localmente se explota, o la jurisdiccionalmente compartida o transfronteriza.

Gran parte de la población mundial depende del agua subterránea para satisfacer sus necesidades o para producir alimentos. La capacidad de la población para abastecerse con recursos seguros (esto es su seguridad hídrica) se logrará en tanto y en cuanto la sociedad y las instituciones tengan una real comprensión de las aguas subterráneas y en la puesta en práctica de acciones que promuevan el uso sostenible de los acuíferos en términos de cantidad y calidad, poniendo atención también en la protección de las obras de captación.

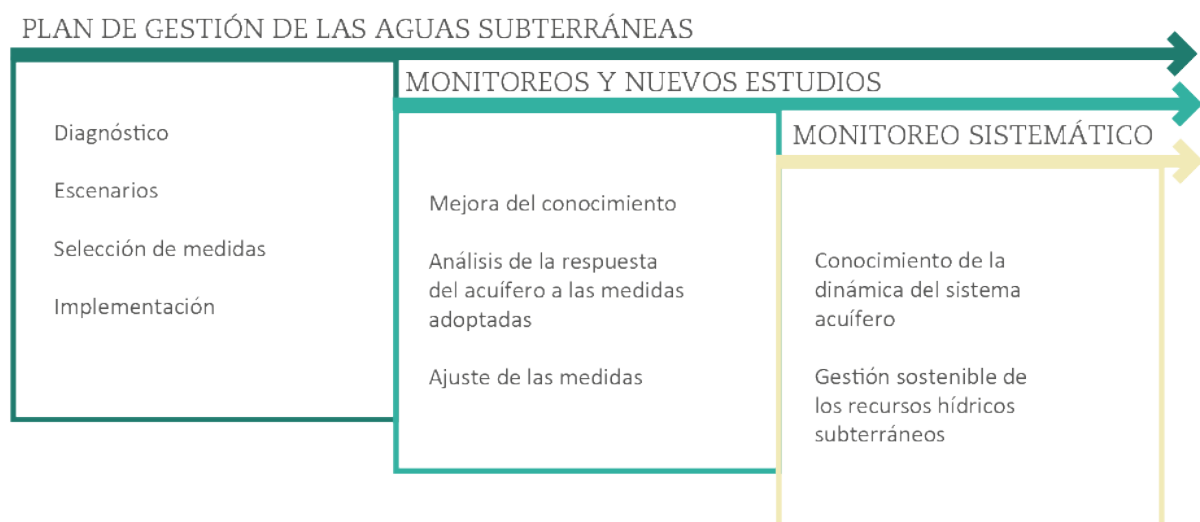


Figura 9: Plan de gestión de las aguas subterráneas. Diseño y elaboración: Marta Paris, Verónica Durán y Carolina Ibañez.

TÓPICO 5

ABORDAR LA ESCASEZ Y LA CALIDAD DEL AGUA

1. Introducción

Para muchos países, la escasez del agua representa el desafío más importante para el desarrollo socioeconómico y humano a largo plazo. La escasez del agua puede agravarse por el cambio climático, especialmente en zonas áridas y semiáridas ya sometidas a un estrés hídrico. La protección de los recursos hídricos mundiales requiere que el impacto humano sobre el ambiente y el clima sean tratados de manera integrada. Resulta fundamental invertir en programas para la protección del ambiente, y la conservación y el uso eficiente del agua.

Por otra parte, la degradación de la calidad del agua se está convirtiendo en una de las mayores amenazas a la disponibilidad y sostenibilidad de los recursos hídricos, además de los impactos negativos que genera en la salud y en el ambiente. Este es un aspecto grave y descuidado del manejo de los recursos hídricos. La mala calidad del agua afecta la salud humana y el ecosistema de múltiples maneras, reduciendo su disponibilidad por no ser apta para ciertos usos. La rápida urbanización, la alta densidad de la población, el uso intensivo de fertilizantes y pesticidas en la agricultura, la degradación de la tierra, y la gestión inadecuada de las aguas residuales y los residuos sólidos son las principales causas de la contaminación del agua. Los tratamientos para su potabilización son caros y significan un desafío para los países en desarrollo.

Es necesario lograr un mejor conocimiento de los recursos hídricos en el mundo, integrando la gestión de su calidad y cantidad, la toma de decisiones basadas en la ciencia, la adecuación de los marcos jurídicos y políticos para el mejoramiento de la gobernanza, la promoción de herramientas innovadoras para la gestión de la calidad del agua y el control de la contaminación.



Tomado de documento [PHI-UNESCO-fase 8](#)

Si bien en el planeta hay mucha agua, solo el 3% es agua dulce. Esta pequeña porción es la que sirve para satisfacer las necesidades de la población, los usos productivos y el mantenimiento de muchos ecosistemas. Además, la distribución de los recursos de agua dulce no es globalmente uniforme, tanto en tiempo como en espacio. De acuerdo al [Cuarto Informe Mundial de las Naciones Unidas sobre el Desarrollo de los Recursos Hídricos 2012: Gestionar el agua en un contexto de incertidumbre y riesgo \(WWAP, 2012\)](#) casi una quinta parte de la población mundial vive en áreas de *escasez física* de agua, esto significa que no hay agua o que es escasa. Por otra parte, alrededor de un cuarto de la población mundial, se enfrenta a situaciones de *escasez económica* de agua, es decir, no dispone de medios para acceder a las fuentes de agua.

El agua es un recurso finito; a veces escaso y otras abundante pero definitivamente vulnerable a la actividad humana. La urbanización no planificada, las actividades industriales, agrícolas, mineras, turísticas, la sobreexplotación de acuíferos, el manejo inadecuado de los residuos sólidos y disposición de los efluentes, la falta de esquemas de gobernanza, entre otros factores, conducen al deterioro de la calidad del agua.

El Ing. Juan Ramón Chalas, Director del Centro de Gestión Sostenible de los Recursos Hídricos en los Estados Insulares del Caribe (CEHICA) auspiciado por la UNESCO, presenta conceptos claves que permiten entender el problema de la disponibilidad de agua.



<https://youtu.be/NPmC20I7yD4>

2. El problema de la cantidad de agua

Las altas temperaturas favorecen la evaporación del agua desde ríos, lagos, mares y océanos. Al mismo tiempo, incrementan la evapotranspiración del agua contenida en el suelo y la vegetación. En las regiones más áridas, la relación entre el agua que se recibe por precipitación y la que se pierde por evapotranspiración es muy desfavorable, con lo que el agua disponible es escasa.

El Dr. Gabriel Mancilla, Director Ejecutivo del Centro Regional del Agua para Zonas Áridas y Semiáridas de América Latina y el Caribe (CAZALAC-UNESCO), brinda en la siguiente presentación una clara explicación sobre la escasez hídrica, su relación con la demanda de agua y los medios para satisfacerla. Destaca la diferencia entre aridez, sequía, desertificación y su relación con la actividad humana, y ofrece una descripción del estado de situación de los recursos hídricos en Latinoamérica.



https://youtu.be/xNo_Irlekcg

Es fundamental contar con herramientas como mapas que permitan a los tomadores de decisión disponer de información sobre las zonas más vulnerables a las sequías. El Dr. Jorge Núñez Cobo, investigador del Centro Regional del Agua para Zonas Áridas y Semiáridas de América Latina y el Caribe (CAZALAC-UNESCO), presenta el Atlas de Sequías desarrollado por esa institución y explica claramente cuáles son los impactos de la escasez de agua en los países de Latinoamérica y el Caribe.



<https://youtu.be/Eqh8BrYS5ZA>

El Atlas de Sequías para América Latina y el Caribe es una herramienta clave para desarrollar un sistema de vigilancia y alerta temprana de las situaciones de escasez hídrica.

América Central y el Caribe sufren, además, las consecuencias de un evento recurrente de disminución de las precipitaciones que puede llegar a un 40%. Se conoce con el nombre de “canícula”. Provoca importantes pérdidas en la producción de trigo, maíz y frijoles en el corredor seco de América Central. El Dr. Héctor Maureira presenta el Atlas especialmente desarrollado para mostrar la ocurrencia de estas sequías intraestivales –producto de las altas temperaturas y bajas (o disminución de) precipitaciones.



<https://youtu.be/S-ISIxy9E-E>

3. El problema de la calidad del agua

La Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible –acordada unánimemente por los 193 Estados Miembros de la ONU– señala como uno de sus objetivos garantizar la disponibilidad de agua y su gestión sostenible y saneamiento para todos (ODS 6). Esto significa, entre otros aspectos, que se debe “lograr el acceso de agua potable en condiciones de seguridad y a un precio asequible” (meta 6.1).

Sin embargo, el uso poco eficiente de los recursos hídricos, las amenazas de contaminación y la falta de adecuados esquemas de gobernanza muchas veces conspiran contra el logro de estas metas y, por ende, no contribuyen a mejorar la seguridad hídrica de la población.

Aún en situaciones de abundancia de agua (sea esta superficial o subterránea), ésta puede no tener una calidad natural apropiada para un determinado uso (potable, animal, riego, etc.) o bien haber sufrido una degradación como consecuencia de la actividad humana (contaminación).

En muchos lugares, los altos contenidos de arsénico o salinidad del agua en los acuíferos hacen que no se cumplan los límites recomendados para el agua de bebida o el abrevado de los animales. Incluso en el caso del riego, pueden producir la salinización de aquellos, poniendo en peligro su productividad. En estos casos, la composición natural

del agua la hace inapropiada –no se trata de contaminación, como vamos a ver más adelante– y se deben utilizar tecnologías de tratamiento o potabilización. El valor de referencia de arsénico por la Organización Mundial de la Salud es de 0,01 mg/L.

Otro claro ejemplo de agua en abundancia, pero de calidad natural inadecuada para consumo, son las grandes masas oceánicas y marítimas. Sin lugar a duda estas desempeñan un rol fundamental en la vida del planeta y en el ciclo del agua. En ellas se desarrollan numerosos ecosistemas, son clave para el mantenimiento del clima, son la fuente de producción de agua dulce gracias al gran proceso de destilación natural que es la evaporación, son sustento de muchas economías y medios de transporte. Pese a todas estas bondades, su salinidad las hace inapropiadas para el abastecimiento y/o usos productivos.

En los últimos años, y sobre todo con las mejoras tecnológicas, el mar se ha vuelto una fuente de suministro de agua potable en zonas extremadamente áridas e insulares gracias a la instalación de plantas desaladoras.

En el siguiente video, el Prof. Dr. Ir. Filomeno A. Marchena, Titular de la Cátedra UNESCO de Tecnologías y Gestión Sostenible de Agua, Universidad de Curaçao, presenta la experiencia de la desalinización del agua de mar llevada adelante en Aruba, una isla caribeña ubicada aproximadamente a 30 km al norte de la costa de Venezuela, la que, con un clima semiárido, prácticamente no tiene recursos naturales de agua dulce.



<https://youtu.be/0ch8CV4tWzs>

En algunos casos, a los problemas atribuibles a la calidad natural del agua debe sumarse el deterioro debido a las actividades humanas.

En general, todas las actividades humanas son *potencialmente generadoras de contaminación*:

- ◊ La disposición de residuos sólidos o efluentes líquidos de la actividad doméstica o industrial.
- ◊ El riego agrícola con agroquímicos.
- ◊ La cría de ganado.
- ◊ Las actividades mineras, petroleras, etc.
- ◊ El transporte, las vías de comunicación, la producción de energía.
- ◊ Los cementerios.

Y así podríamos seguir mencionando todo lo que hacemos para subsistir o desarrollarnos, individual o colectivamente.

Esto no quiere decir que buscar el desarrollo sea contrapuesto a la protección del ambiente. Precisamente, plantearse un desarrollo sostenible (como gobierno o como comunidad) es tratar de lograr la armonía entre los beneficios económicos, la equidad social y la protección del ambiente.

Vale resaltar aquí que estas actividades han sido presentadas como potencialmente contaminantes y por ende representan amenazas de contaminación. En algunas, la amenaza será mayor y en otras, menor.

Lograr que una población tenga capacidad para salvaguardar el acceso a cantidades adecuadas de agua de calidad aceptable (seguridad hídrica), requiere un enfoque integrado (GIRH) que gestione la oferta y la demanda de agua en términos de cantidad y calidad. Para ello es necesario:

- ◊ Tener una idea acabada de cuáles son los volúmenes de agua disponibles, en qué época del año se cuenta con ellos, de qué modo (cosecha de agua de lluvia, represamiento de ríos, extracción de agua subterránea u otros),

cuál es la calidad del agua, su fondo natural y su composición final, como consecuencia de las actividades que se desarrollan en la cuenca de aporte.

- ◊ Conocer la demanda actual y la prevista para los escenarios de desarrollo que se planteen. Esto debe incluir el uso de agua en cantidad y los volúmenes de agua que se van a deteriorar por los mismos usos. Del mismo modo, es indispensable tener en cuenta las demandas de los ecosistemas, muchas veces no considerada.
- ◊ Manejar la demanda, optimizando y haciendo más eficiente el uso del agua (cantidad), mejorando a la vez los sistemas de tratamiento de efluentes y de disposición de residuos.
- ◊ Regular las actividades, en general, estableciendo cuáles son las tecnologías que deberían utilizarse para que la amenaza de contaminación que tales actividades representan, sea menor, y así controlar el peligro de contaminación (deterioro de la calidad).

En este sentido, hacer mediciones y tomar muestras para conocer y monitorear la calidad de los recursos hídricos es una tarea fundamental, pues sin la base de conocimiento adecuada no se pueden tomar decisiones basadas en evidencias.

En el siguiente video el Ing. José Pérez de la Asociación Paraguaya de Recursos Hídricos (APRH) muestra las tareas llevadas a cabo en la Cuenca del Plata.



https://youtu.be/Q_irPap_kVk

4. A modo de reflexión final

Hablar de recursos hídricos, definitivamente, no es lo mismo que hablar de agua.

Un recurso es un bien, un capital, un medio de subsistencia, algo que sirve para satisfacer una necesidad o para llevar adelante un emprendimiento. Y eso es el agua, sí, pero cuando está disponible, en la cantidad necesaria, la calidad requerida y en el momento y lugar indicado.

Las propias actividades humanas compiten con los recursos de agua, poniendo en jaque su calidad y hasta su cantidad, para otros usos y usuarios (entre ellos los ecosistemas). Así es que, por más que los procesos que describe el ciclo hidrológico en la naturaleza promuevan la renovabilidad del agua, su oferta real es cada vez más limitada y variable. El cambio climático y la variabilidad climática afectan la ocurrencia del recurso, haciéndolo más escaso en los lugares donde ya lo era o más abundante en regiones húmedas.

Por otra parte, la demanda de agua es incansablemente creciente. Cada día, no solo se necesita más agua para cubrir los requerimientos de bebida e higiene de la población, sino que también se la necesita para la producción de alimentos, para la producción de energía y, a su vez, se necesita más energía para producir alimentos y extraer, distribuir, potabilizar y tratar el agua. Según la FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura), esto significa que los tres sectores (seguridad de los recursos hídricos, seguridad energética y seguridad alimentaria, [Nexo Agua, Energía y Alimentos](#)) están íntimamente relacionados y que la mayoría de las veces la intervención en una de estas áreas tiene un impacto en alguna de las otras o en ambas.

Para cerrar este tema, retomamos la reflexión del Prof. Filomeno Marchena: “Me gustaría aclarar que la aplicación de la desalinización de agua de mar, que ha resuelto la mayoría de los problemas operacionales encontrados, ha sido una solución exitosa para garantizar la provisión de agua potable en la isla árida de Aruba. Sin embargo, el costo de la producción de agua potable sigue siendo muy alto, y la descarga de salmuera concentrada es contaminación potencial de los ecosistemas marinos costeros. Hoy en día nuestro desafío más grande en Aruba es el desarrollo de un sistema integrado de manejo del ciclo del agua, basado en ingeniería ecológica y la economía circular azul, a fin de garantizar la seguridad en el agua y la alimentación. En este contexto, la infraestructura de captación de agua de lluvia para la recolección de agua en superficie, la filtración de aguas subterráneas y la reutilización de aguas residuales son de importancia crucial para garantizar la seguridad de agua de riego para el desarrollo de agricultura

verde y la protección de zonas agrícolas, apuntando también a la reducción del impacto de la contaminación terrestre en los ecosistemas costeros. En Aruba todavía hay mucha agua utilizable en superficie que es innecesariamente perdida en las estaciones lluviosas”

El desafío es lograr el uso racional (sostenible) del recurso hídrico a través del balance entre una oferta cada vez más limitada (dado su carácter finito y vulnerable) ante una demanda incansablemente creciente, que también debería gestionarse para ser más eficiente.

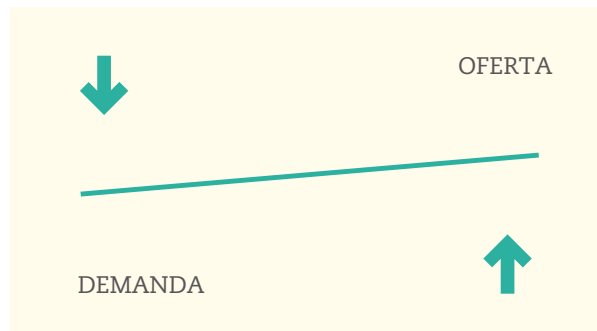


Figura 10: Oferta y demanda de agua. Diseño y elaboración: Marta Paris, Verónica Durán y Carolina Ibañez.

TÓPICO 6

EL AGUA Y LOS ASENTAMIENTOS HUMANOS EN EL FUTURO

1. Introducción

Las ciudades de todo el mundo enfrentan una serie de presiones resultantes del crecimiento poblacional, el cambio climático y el deterioro de las infraestructuras de las zonas urbanas.

Como la demanda del agua continuará aumentando en el futuro, cada vez más ciudades deberán enfrentar desafíos relacionados con la gestión de los recursos hídricos, que son cada vez más escasos y vulnerables.

Los temas relacionados con el agua en ciudades emergentes y asentamientos rurales, en países en desarrollo, necesitan una especial atención, incluyendo las necesidades y los problemas específicos de los barrios marginales y de las zonas periurbanas que son a menudo las menos favorecidas.

Es necesario desarrollar nuevos enfoques para la gestión del agua en las ciudades del futuro. Las estrategias para construir sistemas adaptables para el agua urbana deben ser establecidas con una perspectiva más amplia que reconozca la interdependencia de los diferentes sistemas de agua. Es necesario un cambio de enfoque y de tecnologías que permitan la optimización de la cantidad y la calidad del agua, así como de la huella hídrica y energética en las ciudades.



Tomado de documento [PHI-UNESCO-fase 8](#)

La cuarta revolución industrial –llamada Revolución 4.0– conlleva desafíos para el desarrollo del conocimiento y la innovación. Es sinónimo también de cambios en las formas de producción agrícola e industrial y el consumo de, por ejemplo, bienes y alimentos.



Como ya se mencionó al hablar del [Nexo Agua-Energía-Alimentos](#), una intervención en una de estas dimensiones tiene impacto sobre las otras.



Según el [Informe Mundial de los Recursos Hídricos \(2017\)](#), el cambio en los modelos de consumo, incluyendo la modificación en las dietas a favor de alimentos que requieren un uso intensivo de agua para su producción, como la carne, va a empeorar la situación (concretamente, se necesitan 15.000 litros de agua para producir 1 kg de carne de vacuno).

- ◊ Se prevé que la demanda de agua aumente de manera significativa en todo el mundo en las próximas décadas. Además del sector agrícola, que es responsable del 70% de las extracciones de agua, se prevén grandes aumentos de la demanda de agua en la industria y en la producción de energía.
- ◊ La urbanización acelerada y la ampliación de los sistemas municipales de suministro de agua y saneamiento también contribuyen al aumento de la demanda.

En el siguiente video, el MSc. Ing. Pablo Bereciartua, explica el valor estratégico del agua para el desarrollo de los asentamientos humanos.



<https://youtu.be/ySXQZqb7VWI>

2. El agua y las ciudades



Durante el período 2017-2050 se espera que la población mundial aumente de 7.700 millones de habitantes a aproximadamente 10.000 millones, con dos terceras partes viviendo en las ciudades. A raíz de esto, el uso doméstico del agua –cerca del 10% de las extracciones de agua– aumentará significativamente y también se incrementará la producción de aguas residuales ([Informe Mundial de los Recursos Hídricos, 2018](#)).

La urbanización, el crecimiento demográfico, los procesos de migración de la población (entre países, regiones, hacia las ciudades), la variabilidad del clima, el cambio climático, la falta de saneamiento, son algunos de los factores claves que deben considerarse para prever el impacto que podrían tener en el futuro estos fenómenos sobre los recursos naturales y, en particular, en el agua.

El Dr. Joram Gil de la Cátedra UNESCO Sostenibilidad de los Recursos Hídricos, Universidad de San Carlos de Guatemala, analiza estos factores y sus consecuencias en la siguiente presentación.



<https://youtu.be/DYOgAeonAdo>

El derecho humano al agua y saneamiento ha sido reconocido en distintas oportunidades por la Asamblea General de Naciones Unidas. Algunos países ya lo han incorporado a su constitución, a su legislación o en otros sirve de directriz para las políticas públicas.

En el siguiente video, el Dr. Léo Heller, Relator Especial de Naciones Unidas sobre el Derecho Humano al Agua Potable y al Saneamiento, aborda este tema resaltando la prioridad del uso para consumo humano, incluyendo las actividades productivas de subsistencia en el caso de las pequeñas poblaciones rurales.



<https://youtu.be/lhCSbqZ9yGE>

Lograr que una población se abastezca con agua en cantidad y calidad adecuadas, es decir que logre la seguridad hídrica en términos de abastecimiento de agua potable como camino al logro de las metas que plantea el ODS 6, requiere la convergencia de recursos hídricos suficientes para cubrir la demanda, obras de infraestructura, el conocimiento de la sociedad, de la historia, de la cuenca, de las variaciones que han acontecido y que posiblemente acontecerán, entre otros aspectos.

En el siguiente video el Lic. Oscar Luna Prado, Subdirector de Coordinación y Comunicación del Sistema de Aguas de la Ciudad de México (SACMEX), comenta los desafíos que se plantean con relación al agua, en una mega urbe como la Ciudad de México.



<https://youtu.be/qEgoNiSduo4>

3. Agua y saneamiento en los centros urbanos



En el [Informe Mundial sobre los Recursos Hídricos 2017](#) se señaló que:

La mayoría de las actividades humanas que emplean agua producen aguas residuales. A medida que aumenta la demanda total de agua, la cantidad de aguas residuales producidas y la carga contaminante total de las mismas aumentan continuamente en el mundo entero.

En todos los países, salvo en los más desarrollados, la gran mayoría de las aguas residuales se vierte directamente en el medio ambiente sin tratamiento adecuado, con consecuencias perjudiciales para la salud humana, la productividad económica, la calidad de los recursos ambientales de agua dulce y los ecosistemas.

Frente a la siempre creciente demanda, las aguas residuales están cobrando importancia como fuente de agua alternativa fiable, cambiando el paradigma de la gestión de aguas residuales de “tratamiento y eliminación” a “reutilización, reciclado y recuperación del recurso”.

En este sentido, las aguas residuales ya no se consideran como un problema que necesite solución, sino como parte de la solución a los retos a los que se enfrentan las sociedades hoy en día.

A continuación, el Ing. Carlos Berroeta, Coordinador del grupo de Trabajo de aguas urbanas y asentamientos humanos, y Jefe de Investigación y Relaciones Científicas de Aguas Andinas, Chile, comenta en el siguiente video los desafíos que deben asumir las empresas de servicios sanitarios ante el crecimiento urbano.



<https://youtu.be/r91InKCWgEI>

4. El drenaje pluvial urbano

La gestión del agua de lluvias es un desafío que enfrentan los centros urbanos; en algunos casos constituye una problemática cada vez más importante.

Como se mencionó durante el desarrollo del Tópico 3, Desastres relacionados con el agua y cambios hidrológicos, la variabilidad y/o el cambio climático conducen a la cada vez más frecuente ocurrencia de lluvias de gran volumen en cortos períodos de tiempo (lluvias intensas), aumentando incluso la frecuencia de las tormentas tropicales y los huracanes de mayor categoría. Por otra parte, ciertas prácticas relacionadas con el uso y ordenamiento del territorio favorecen el aumento de la escorrentía superficial hacia centros urbanos, agravando la situación e incluso provocando inundaciones significativas.

No puede desconocerse también que el proceso de urbanización o de expansión de los centros urbanos no fue acompañado por una similar expansión de las redes de servicios. En el caso del agua, son las que refieren a la red de abastecimiento de agua potable, la red de alcantarillado del drenaje cloacal (conocida en algunos países como cloacas) y la red de alcantarillado del drenaje pluvial.



Así como son grandes los desafíos que deben asumir las empresas de servicios sanitarios (agua potable y cloacas) en los centros urbanos, la gestión del drenaje pluvial en las ciudades supone ciertos retos y un cambio de enfoque. Al respecto Audrey Azoulay, Directora General de la UNESCO, expresa en el prólogo del [Informe Mundial sobre los Recursos Hídricos 2018](#) que:

La gestión de los recursos hídricos requiere nuevas soluciones para contrarrestar los crecientes desafíos de la seguridad hídrica derivados del aumento de población y el cambio climático... Hoy más que nunca debemos trabajar con la naturaleza, en lugar de en contra de la misma.



Este cambio de paradigma en la gestión de las aguas de drenaje urbano se menciona en el propio [Informe Mundial sobre los Recursos Hídricos 2018](#):

La infraestructura verde urbana se utiliza cada vez más para gestionar y reducir la contaminación provocada por la escorrentía urbana. Los ejemplos incluyen muros verdes, jardines en azoteas y cuencas de infiltración o drenaje cubiertas de vegetación, para contribuir al tratamiento de las aguas residuales y reducir la escorrentía de las aguas pluviales. También se utilizan los humedales en entornos urbanos para mitigar el impacto de la escorrentía de las aguas pluviales y las aguas residuales contaminadas. Los humedales, tanto naturales como contruidos, también contribuyen a la biodegradación o inmovilización de toda una gama de contaminantes emergentes, incluidos ciertos

productos farmacéuticos, y a menudo funcionan mejor que las soluciones grises. Para ciertos productos químicos pueden ser la única solución.



Esto está en línea con el cambio en la gestión del agua de lluvia que suponen los [Sistemas Urbanos de Drenaje Sostenible \(SuDS\)](#):

Los Sistemas Urbanos de Drenaje Sostenible (SuDS) son aquellos elementos participantes en el drenaje de las ciudades que, además de reducir el caudal producido por la lluvia, disminuyen los contaminantes arrastrados por la escorrentía. Al igual que los sistemas de drenaje convencional, su principal función es la de evitar el riesgo de inundaciones, pero además tiene otras, como es impedir la contaminación de las aguas, minimizar costes económicos en la gestión de pluviales y mejorar el paisaje urbano.



A las técnicas de drenaje urbano sostenible se las puede clasificar de diferentes formas. Una bastante sencilla y común es hacerlo mediante dos subdivisiones. La primera subdivisión es entre [medidas no estructurales](#) (aquellas que no suponen la colocación de ninguna estructura constructiva) y las [estructurales](#) (medidas que requieren de la construcción de uno o varios elementos). Y una segunda subdivisión, dentro de las medidas estructurales consistiría en diferenciarlas entre: medidas de *infiltración*, de *retención*, de *filtración*, medidas que usan *vegetación* y medidas de *detención* y *retardo*.



La foto –tomada de [SuD Sostenible©](#)– muestra un ejemplo de cubiertas vegetadas (*green roof*).



Imagen 8: Uso de cubiertas verdes en infraestructura.



Imagen 9: Retardador pluvial en comercio, Santa Fe, Argentina. Marta Paris.



Imagen 10: Retardador pluvial en vivienda, Santa Fe, Argentina. Marta Paris.

En las siguientes imágenes se pueden apreciar distintas estructuras destinadas a la retención de agua. En ellas, el volumen de agua colectado se almacena temporalmente, para atenuar el caudal pico provocado por la tormenta o bien para reutilizarlo para usos múltiples, como cosecha de agua de lluvia.

5. Agua y saneamiento en zonas rurales



Según la [Fase VIII del Plan Estratégico del Programa Hidrológico Internacional de la UNESCO](#) (UNESCO PHI-Fase VIII), dar soporte a los recursos hídricos y al saneamiento en áreas rurales es un desafío aún mayor, debido a que estos asentamientos suelen encontrarse en zonas ambientalmente frágiles, donde el desarrollo se concibe a partir de diversos valores culturales, con condiciones económicas precarias y costos asociados a las necesidades de recuperación.

En muchos casos, los asentamientos dispersos, dominados por economías agrarias y recursos hídricos limitados, dan origen a desafíos que obstaculizan la provisión de infraestructura. La mayor parte de la infraestructura hidrológica existente es la constituida por sistemas descentralizados (por ejemplo, tomas públicas de agua, letrinas y tanques sépticos). En algunos casos, no es posible reparar dichos sistemas de infraestructura debido a limitaciones técnicas, financieras y/o administrativas. Además, es frecuente que las poblaciones rurales utilicen sin control, vigilancia o asesoramiento técnico, fuentes hídricas locales (pozos, bombas manuales, ríos), que con frecuencia están contaminadas o naturalmente no poseen una buena calidad.

La gente en áreas rurales carece de acceso a tecnología apropiada, de bajo costo y de producción local para satisfacer sus necesidades de agua, saneamiento e higiene. Las tecnologías avanzadas y enfocadas hacia las zonas urbanas muchas veces no funcionan en zonas rurales, porque no son factibles técnica o económicamente o porque no tienen en cuenta los valores culturales de la población rural.

En la siguiente presentación, el Ing. Manuel Soto Benavidez, Investigador del Centro Regional del Agua para Zonas Áridas y Semiáridas de América Latina y el Caribe (CAZALAC-UNESCO), presenta una metodología propuesta para mejorar las condiciones del abastecimiento de las poblaciones rurales en la región de Coquimbo (Chile).



<https://youtu.be/N5Z0RJNDhG0>

6. A modo de reflexión final



José Galizia Tundizi en [Desafíos del agua urbana en las Américas](#) describe con gran claridad los problemas que se suceden en los asentamientos urbanos, y es una oportuna síntesis para entender los aspectos que determinan la seguridad hídrica de la población.

La urbanización es un fenómeno mundial. Una gran parte de las poblaciones humanas vive actualmente en zonas urbanas que incluyen de 10 mil a 50 mil habitantes, hasta millones, en las grandes metrópolis.

La salud y calidad de vida de estos habitantes urbanos depende en buena medida de una serie de factores y fenómenos naturales, como el clima, las características geológicas, los ciclos hidrológicos, la cubierta vegetal y la biodiversidad. El uso intensivo de la tierra, resultado de la expansión de la zona urbana, tiene efectos en la salud humana y reduce las áreas verdes a unas cuantas zonas aisladas.

Los recursos hídricos de una ciudad constituyen un componente clave que incide sobre las complejas condiciones ambientales que sostienen a las poblaciones humanas. La disponibilidad de agua, su calidad y abastecimiento están interrelacionados en las regiones urbanas, debido a los siguientes factores: en muchas ciudades de Latinoamérica, el agua potable de buena calidad no llega a todas las comunidades, en especial a las zonas periféricas, a causa de la polución y contaminación ocasionadas por el uso intensivo de la tierra y la falta de tratamiento de las aguas residuales, así como por la eutrofización debida a fuentes puntuales y no puntuales de nutrientes. El abastecimiento de agua tiene que ver tanto con su disponibilidad como con su contaminación.

Entonces, ¿cómo puede uno convertir una región urbana o una ciudad en un entorno habitable?

Primero, se debe tener en cuenta la complejidad de una gran ciudad o región urbana. Esta es una tarea para la futura generación de científicos e investigadores que pondrán en práctica la ciencia de los sistemas complejos en las regiones urbanas.³ En segundo lugar, las ciudades dependen de recursos que se encuentran a mucha distancia de las zonas urbanas: el agua, los alimentos, las fibras y la madera se producen generalmente por procesos de alteración de los servicios ecosistémicos o ambientales en el aglomerado urbano. En tercer lugar, la red de carreteras, los trabajos de construcción e infraestructura “desconectan” a la gente de la naturaleza.

Es crucial restaurar los ecosistemas urbanos. Se deben construir ciudades verdes y proteger y promover los parques naturales, los bosques ribereños y los humedales, limpiar ríos y lagos con el fin de proporcionar sitios destinados a la educación sobre los recursos hídricos y su conservación, restaurar la biodiversidad urbana y reconectar a la gente con la naturaleza.⁴

Estas medidas asegurarán la recarga de las aguas subterráneas y la disponibilidad de agua potable, además de mejorar la humedad en el aire debido a la evapotranspiración de la vegetación en parques naturales y bosques ribereños. La restauración de la naturaleza en las ciudades promoverá un entorno urbano saludable y atractivo, mejorará la calidad de vida y generará mejores oportunidades de empleo y educación. El ciclo del agua en este contexto tiene una extrema importancia ecológica, económica y social.

³ Reid W. et al., 2010. *Earth System Science for Global sustainability: grand challenges*. *Science* vol. 330, pp. 916-917.

⁴ Tundisi J. G., 2005. *Ciudades Verdes*. Carta al Editor. Ciencia. Academia de Ciencias de Brasil, Leopoldina Nationale Akademie, Alemania. 2014. *El Agua en Regiones Urbanas*. 29 pp.

Por último, es oportuno mencionar que este cambio en los modelos de manejo del agua en las ciudades debe ser pensado como un cambio en el modelo de gestión del agua. Esto no es un juego de palabras. Hablar de gestión del agua implica comprender que es necesario administrar adecuadamente los recursos de agua (manejo de la oferta) como también ocuparse de hacer cada vez más eficiente, sostenible y equitativo su uso (manejo de la demanda). En términos coloquiales podríamos decir que no solo basta con saber repartir el pastel, sino también saber comerlo bien



Precisamente el [ODS 12](#) llama a garantizar modalidades de consumo y producción sostenibles, y plantea como meta 12.2 para 2030 lograr la gestión sostenible y el uso eficiente de los recursos naturales.

Soluciones basadas en la naturaleza, como la infraestructura verde o la cosecha de agua de lluvia, se traducen en múltiples beneficios; entre ellos, la disminución de la escorrentía superficial, la reducción de los caudales pico de las tormentas, el amortiguamiento de las temperaturas en las áreas urbanas pavimentadas, el uso del agua de lluvia para riego de jardines, la limpieza de veredas e incluso la reserva para períodos de escasez de agua.



Es menester lograr que las ciudades y los asentamientos humanos sean inclusivos, seguros, resilientes y sostenibles, como plantea el [ODS 11](#). En los últimos decenios, el mundo ha experimentado un crecimiento urbano sin precedentes. En 2015, cerca de 4.000 millones de personas vivían en ciudades y se prevé que ese número aumente hasta unos 5.000 millones para 2030. Se necesita mejorar, por tanto, la planificación y la gestión de las ciudades urbanas para lograr la transformación de estos espacios urbanos.

Esto requiere el desarrollo de acciones efectivas que:

- ◊ Por un lado, mejoren el conocimiento de la disponibilidad de agua (en cantidad y calidad), lo que permitirá plantear escenarios minimizando las incertidumbres en la toma de decisiones y,
- ◊ por otro lado, promuevan la educación, programas de participación ciudadana, reconocimiento de los hábitos culturales de la población, fortalecimiento institucional, campañas de concientización, información, entre otras, para lograr una verdadera adopción social de las tecnologías. Caso contrario, serán óptimas medidas estructurales, pero condenadas al fracaso. Algunos de estos temas serán abordados en el Tópico 8 de este documento *Educación y cultura del agua, clave para la seguridad hídrica*.

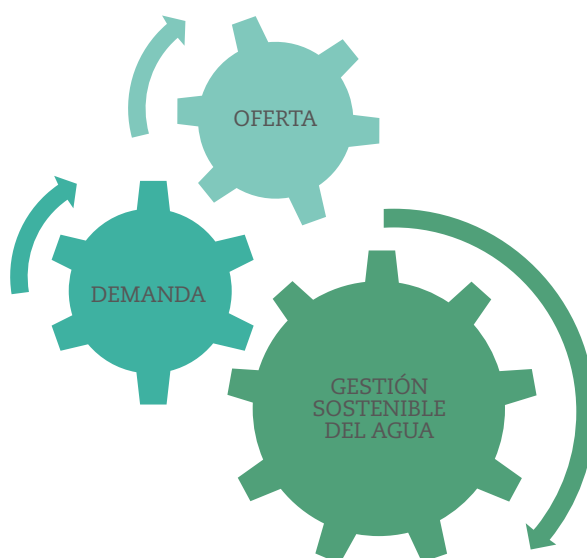


Figura 11: Articulación entre la oferta y demanda para la gestión sostenible del agua. Diseño y elaboración: Marta Paris, Verónica Durán y Carolina Ibañez.

TÓPICO 7

ECOHIDROLOGÍA, CREACIÓN DE ARMONÍA PARA UN MUNDO SOSTENIBLE

1. Introducción

Ante el aumento de la inestabilidad climática, el crecimiento demográfico y las migraciones, hay una necesidad urgente de revertir la degradación de los recursos hídricos y detener una futura disminución de la biodiversidad.

La Ecohidrología utiliza la comprensión de las relaciones entre los procesos hidrológicos y biológicos a diferentes escalas, para mejorar la seguridad del agua y la biodiversidad y ofrecer futuras oportunidades para el desarrollo sostenible, reduciendo las amenazas ecológicas y mejorando la armonía.

Es necesario lograr la comprensión del papel de los diferentes tipos de ecosistemas terrestres y humedales, mediante el intercambio de conocimientos sobre la integración de tecnologías ecohidrológicas con buenas prácticas ambientales, tanto en ámbitos urbanos como agrícolas.



Tomado de documento [PHI-UNESCO-fase 8](#)

Según el [Informe Mundial sobre el Desarrollo de los Recursos Hídricos 2018: Soluciones basadas en la Naturaleza para la gestión del agua](#):

Los procesos ecológicos en el paisaje influyen en la calidad del agua y la forma en que se mueve a través de un sistema, así como en la formación del suelo, la erosión, el transporte y el depósito de sedimentos, todo lo cual puede ejercer una influencia importante en la hidrología.

Aunque los bosques son a menudo el principal centro de atención cuando se habla de cobertura del suelo e hidrología, los prados y las tierras de cultivo también juegan papeles importantes. Los suelos son cruciales para el control del movimiento, el almacenaje y la transformación del agua. La biodiversidad tiene un papel funcional en las Soluciones basadas en la Naturaleza (SbN), visto que es la base de los procesos y funciones de los ecosistemas, y por tanto, de la prestación de los servicios de dicho ecosistema.

Los ecosistemas tienen una influencia importante en el reciclaje de la precipitación desde una escala local, hasta una continental. En lugar de considerarse como “consumidora” de agua, la vegetación es vista más bien como “recicladora” de agua.

Globalmente, hasta el 40% de las precipitaciones de la tierra tienen su origen en la transpiración de las plantas a barlovento y en otras evaporaciones terrestres. Esta fuente representa la mayoría de las precipitaciones en algunas regiones. Por tanto, las decisiones relacionadas con el uso de la tierra en un lugar determinado pueden tener consecuencias importantes para los recursos hídricos, las personas, la economía y el medio ambiente en lugares distantes, lo que apunta a las limitaciones de la cuenca hidrográfica (en oposición a la “cuenca de precipitación”) como base para la gestión.

De acuerdo con [Naciones Unidas](#), la respuesta está en la naturaleza. Las SbN pueden dar respuesta a muchos de los desafíos relacionados con el agua. Queda mucho por hacer para implantar las infraestructuras ecológicas y armonizarlas con las tradicionales, allí donde sea posible.

De hecho, la celebración en 2018 del [Día Mundial del Agua](#) (22 de marzo) se centró en explorar cómo la naturaleza puede ayudarnos a superar los desafíos que plantea el agua en el siglo XXI.

En el siguiente video, el M.Sc. Marcelo Gaviño, Coordinador del Grupo de Trabajo en Ecohidrología del Programa Hidrológico Intergubernamental de la UNESCO, habla de la creación de una armonía para la sostenibilidad y de la Ecohidrología, una nueva ciencia que aborda la gestión del agua, considerando a la Naturaleza.



<https://youtu.be/0zTWvazho5I>

En la obra [La Ecohidrología como desafío: experiencias y estudios de caso](#) podrán encontrar el desarrollo de distintos casos donde la Ecohidrología ha brindado el marco conceptual para la gestión del agua.

2. La recuperación del lago Ypacaraí

Las [SbN](#) abordan el suministro de agua principalmente mediante la gestión de las precipitaciones, la humedad y el almacenamiento, la infiltración y la transmisión del agua, de modo que se lleven a cabo mejoras en la localización, distribución en el tiempo y cantidad de agua disponible para las necesidades humanas:

- ◊ *Un enfoque basado en las SbN es un medio clave para abordar la escasez general de agua a través de la gestión de la oferta, entre otras razones, porque este enfoque se considera la principal solución para lograr agua sostenible para la agricultura.*
- ◊ *Tres cuencas hidrográficas protegidas le proporcionan a la ciudad de Nueva York el mayor suministro de agua sin filtrar de Estados Unidos, ahorrándole a la ciudad más de 300 millones de dólares al año en costos de explotación y mantenimiento del tratamiento de aguas.*
- ◊ *La protección de las fuentes de agua reduce los costos de tratamiento del agua a los proveedores urbanos y contribuye a mejorar el acceso al agua potable en las comunidades rurales. Los bosques, los humedales y las praderas, así como los suelos y los cultivos, si se manejan adecuadamente, juegan un papel importante en la regulación de la calidad del agua, al reducir la carga de sedimentos, capturar y retener contaminantes y reciclar los nutrientes. Allí donde el agua está contaminada, tanto los ecosistemas construidos como los naturales pueden ayudar a mejorar la calidad del agua.*
- ◊ *La adopción de SbN no solo es necesaria para mejorar los resultados de la gestión del agua y lograr la seguridad hídrica; también es fundamental para asegurar la prestación de beneficios colaterales, que son esenciales para todos los aspectos del desarrollo sostenible. Aunque las SbN no sean la panacea, van a jugar un papel esencial en la construcción de un futuro mejor, más luminoso, seguro y más equitativo para todos.*

En la siguiente presentación se expone el trabajo desarrollado en el lago Ypacaraí (Paraguay) para recuperar este cuerpo de agua, trabajo que ha sido apoyado por Itaipú Binacional.

Lago Ypacaraí es un reconocido espacio turístico y cultural de Paraguay, de significativa importancia ecohidrológica. Sin embargo, las actividades que se desarrollan en la cuenca de aporte han provocado un serio deterioro en lo que respecta a la contaminación del agua y la condición eutrófica del lago.

En las tareas de recuperación fueron fundamentales las investigaciones para conocer el estado del lago, el monitoreo, el planteo de SbN y la promoción de acciones enfocadas en la gestión participativa de la comunidad.

El mejoramiento de la calidad del lago Ypacaraí es un aporte sustancial para mejorar la seguridad hídrica de los numerosos habitantes de la cuenca de aporte. El Ing. Hilario Hermosa del Centro Internacional de Hidroinformática (CIH) Itaipú Brasil-Paraguay, comparte la experiencia que desarrolla para ello.



<https://youtu.be/8-ST9nin1n8>

3. El caudal ambiental

El agua es fundamental para mantener los ecosistemas, y los ecosistemas son fundamentales para mantener el ciclo hidrológico. Sin embargo, muchas veces sus requerimientos no son considerados al momento de establecer los esquemas de funcionamiento de los embalses para generación de hidroelectricidad o para riego, industria, minería, etcétera.

Esto condiciona la seguridad hídrica y conduce a un mayor riesgo por aumento de la vulnerabilidad de los grupos de interés.



Según [Cap-Net](#) (*Capacity Development in Sustainable Water Management*), los llamados *caudales ambientales* no son caudales naturales. Se trata más bien del caudal de agua que pretende mantener la condición hídrica del curso de agua y la salud de los ecosistemas asociados.



En la [Declaración de Brisbane](#) –realizada en el X Simposio Internacional de Ríos y Conferencia Internacional de Caudales Ambientales que tuvo lugar en Brisbane, Australia, en setiembre de 2007– se señala que *los caudales ambientales incluyen la cantidad, periodicidad y calidad del agua que se requiere para sostener los ecosistemas dulceacuícolas, estuarios y el bienestar humano que depende de estos ecosistemas*.

Establecer caudales ambientales requiere tomar en cuenta las necesidades de los ecosistemas de aguas abajo, tales como humedales, lagos, planicies, estuarios y zonas costeras, y sistemas de agua subterránea.

Pero va más allá de la simple estimación de los requisitos hidrológicos y ecológicos de estos ecosistemas. Requiere también el reconocimiento de las condiciones sociales, culturales, políticas, económicas, entre otras. El concepto de caudal ambiental requiere una noción amplia que se apoye en la gestión integrada de los recursos hídricos.

En la siguiente presentación el MSc. Mario Schreider explica cuál ha sido el proceso de incorporación del concepto de los caudales ambientales en América Latina.



<https://youtu.be/NYGa-9ro-c4>

El [Diagnóstico del grado de desarrollo del enfoque de caudales ambientales en países de Latinoamérica](#) procura mostrar cuál es la perspectiva de la situación actual del tema en la región. Así, busca constituirse como una referencia de partida que pueda contribuir a la formulación de políticas en esta materia, permitiendo visualizar los diferentes niveles de desarrollo que el tema tiene en los países que forman parte del estudio. Se destacan fortalezas, limitaciones o debilidades que hoy enfrentan las estructuras de gestión responsables del tema. Se pretende al mismo tiempo identificar problemáticas comunes, susceptibles de ser enfocadas desde una perspectiva regional, sin perder de vista las particularidades locales que el tema presenta.

Por otra parte, algunos casos de estudio han sido documentados con el aporte de la Fundación CEDDET como Experiencias sobre Metodologías para la determinación de caudales ambientales en Latinoamérica [parte 1](#) y [parte 2](#).

4. A modo de reflexión final

El agua está en constante movimiento en la naturaleza, cambiando de un estado al otro, desarrollando lo que se conoce como ciclo del agua o ciclo hidrológico. En realidad, debe considerarse la presencia de otro ciclo: el ciclo de desarrollo de la vida humana o ciclo humano, pues este último es el que hace del agua un recurso vulnerable y el que condiciona la renovabilidad del agua como recurso.

Es decir, que es necesario *repensar* el ciclo del agua, posicionándonos como seres vivos que dependen del agua y que interactúan en un sistema natural con otros usuarios: los ecosistemas. Los ecosistemas componen la demanda a

satisfacer por el balance hídrico de una cuenca y a su vez son el reflejo de las características, magnitud y ocurrencia de cada una de las componentes del ciclo del agua. Con ello, el ciclo del agua debería ser entendido como un *sistema socioecohidrológico*, donde se producen de manera permanente interacciones de las distintas componentes, desarrollando un estado de equilibrio dinámico.

Desde la década del 70, estos temas han venido ocupando un lugar cada vez más relevante en la agenda de los organismos internacionales y también, en diferente medida, en los programas y las políticas de estado de los gobiernos de los diferentes países. Una muestra de ello son los acuerdos logrados para el cumplimiento de los Objetivos de Desarrollo del Milenio y actualmente los Objetivos de Desarrollo Sostenible. Un recorrido por cada uno de ellos permite poner en evidencia que la seguridad hídrica es un factor decisivo para el logro de estos objetivos y metas. Precisamente, uno de los valores del concepto de seguridad hídrica radica en que no solamente orienta la visión con la que debe trazarse la gestión del agua, sino que además hace visible la importancia de los ecosistemas y su rol como usuarios de agua, en cantidad y calidad.

El desconocimiento de la multiplicidad de usuarios del agua ha llevado en innumerables situaciones a que los ecosistemas –estos usuarios silenciosos– solo sean reconocidos como tales ante el deterioro de su condición.

Deberíamos entonces ser capaces de poder reconocer que las demandas de agua de la especie humana no son las únicas que deben cubrirse con la oferta de agua, y que el mantenimiento de los ecosistemas es clave para lograr el desarrollo sostenible.

Solo si los ríos siguen siendo ríos, los acuíferos siguen siendo acuíferos, los mares siguen siendo mares... el agua seguirá su ciclo en la naturaleza, cambiando de un estado al otro, desarrollando lo que se conoce como ciclo del agua o ciclo hidrológico.

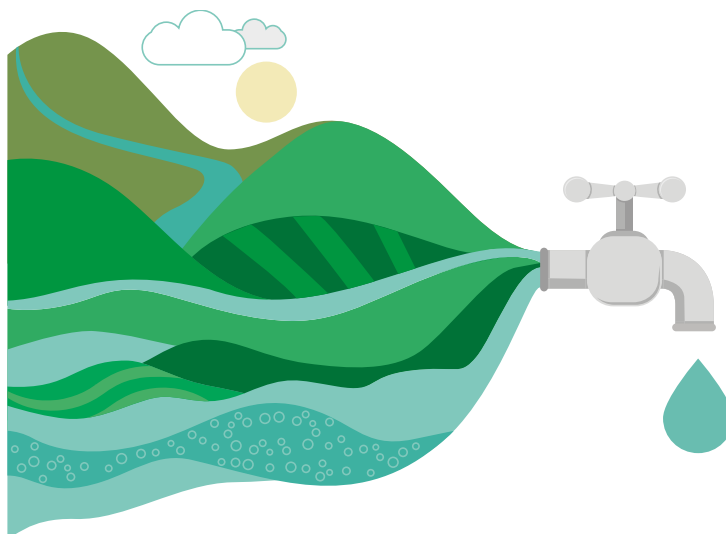


Figura 12: Servicios ambientales de los ecosistemas en las cuencas. Diseño y elaboración: Marta Paris, Verónica Durán.

TÓPICO 8

LA EDUCACIÓN Y CULTURA DEL AGUA, CLAVE PARA LA SEGURIDAD HÍDRICA

1. Introducción

Es necesario mejorar la educación relativa al agua en todos los niveles, si se desea superar los desafíos identificados en los temas anteriormente presentados que refieren a la seguridad hídrica.

La educación en temas hídricos debe ir más allá de las ciencias hidrológicas, utilizando un enfoque interdisciplinario y multidisciplinario.

Este enfoque incluye avances en la ciencia, mediante la capacitación de científicos, así como una mejor comprensión de los temas relacionados con el agua, a través de cursos dirigidos a operadores del sector del agua y a tomadores de decisiones. La educación hídrica debe también incluir a profesionales en comunicación, para que puedan transmitir oportuna y adecuadamente los temas relativos a los recursos hídricos.

Las estrategias de educación también deben dirigirse a las comunidades, especialmente a las personas jóvenes, con el objetivo de promover la conservación y la gestión integrada de los recursos hídricos a nivel local. A la vez, es necesario que los esfuerzos se dirijan a convertir al agua en un componente importante de los programas escolares primarios y secundarios.



Tomado de documento [PHI-UNESCO-fase 8](#).

Para entender el rol clave de la educación y la cultura en la mejora de la seguridad hídrica, es oportuno recordar la definición de Seguridad Hídrica ([UNESCO-PHI Fase VIII](#)):

Seguridad hídrica es “La capacidad de una población para salvaguardar el acceso a cantidades adecuadas de agua de calidad aceptable, que permita sustentar tanto la salud humana como la del ecosistema, basándose en las cuencas hidrográficas, así como garantizar la protección de la vida y la propiedad contra riesgos relacionados con el agua – inundaciones, derrumbes, subsidencia de suelos y sequías”.

Esto nos lleva a poner la mirada en la definición de metas concretas y adaptadas para que cada realidad, cada contexto, cada escala de la gestión, *cada población* logre garantizar el abastecimiento de agua, los usos de subsistencia, la producción, la protección de los ecosistemas, los bienes y las personas.

En términos prácticos, la seguridad hídrica señala que *cada población* necesita contar con capacidades institucionales, financieras y de infraestructura para:

- ◊ Conocer la disponibilidad de agua, en cantidad y calidad.
- ◊ Contar con redes de medición que permitan reducir la incertidumbre en el conocimiento y la variabilidad de los fenómenos y procesos hidrológicos.
- ◊ Identificar las demandas actuales y potenciales de agua, incluyendo los ecosistemas.

- ◊ Fortalecer la cultura y la educación hídrica de modo de dar solidez a los esquemas de gobernanza participativos.
- ◊ Promover la capacitación de profesionales y técnicos de las instituciones como estrategia para el fortalecimiento de las mismas.

Mejorar su condición de seguridad hídrica, también hará que la población mejore las características que determinan su vulnerabilidad a situaciones adversas y contribuirá a su capacidad de recuperación o resiliencia.

Los tres primeros aspectos listados han sido ya considerados en los 7 Tópicos anteriores. En esta parte del curso vamos a dedicarnos a los últimos:

- ◊ la cultura,
- ◊ la educación,
- ◊ la capacitación de profesionales y técnicos.

2. Agua y culturas

Nuestra existencia como seres humanos, así como la diversidad biológica del planeta, están íntimamente ligadas al recurso agua. El agua para los seres humanos no solo representa una necesidad básica para la sobrevivencia, sino que más bien se puede considerar un factor clave en el desarrollo de la humanidad, en sus distintos contextos geográficos y climáticos. La rica diversidad cultural del mundo indudablemente se puede relacionar con las distintas realidades de acceso a este líquido vital. Para mencionar solamente un factor que da evidencia de la importante relación entre agua y desarrollo cultural, queremos recordar que todas las civilizaciones antiguas se han desarrollado alrededor del agua (UNESCO).



La [Declaración Universal de la UNESCO sobre la Diversidad Cultural](#) en su primer artículo señala que:

La cultura adquiere formas diversas a través del tiempo y del espacio. Esta diversidad se manifiesta en la originalidad y la pluralidad de las identidades que caracterizan a los grupos y las sociedades que componen la humanidad. Fuente de intercambios, de innovación y de creatividad, la diversidad cultural es tan necesaria para el género humano como la diversidad biológica para los organismos vivos. En este sentido, constituye el patrimonio común de la humanidad y debe ser reconocida y consolidada en beneficio de las generaciones presentes y futuras.

Existe entonces una gran diversidad de culturas y cada una de ellas se relaciona de manera diferente con el agua. Cada sociedad resolverá entonces de una forma particular los dilemas que surgen para alcanzar la seguridad hídrica.

En el siguiente video, el Dr. Javier Taks, Director de la Cátedra UNESCO de Agua y Cultura, Universidad de la República (UdelaR), Uruguay, aborda este tema y destaca que la educación formal y no formal es el espacio que permite reconocer y evaluar la potencia de cada experiencia cultural para contribuir a la seguridad hídrica global.



<https://youtu.be/94NBjFp7Pbc>

En una misma sociedad, cada uno de nosotros –con nuestras características diferenciales– desempeña un rol frente al agua. Siendo educadores, administradores, profesionales independientes, productores, industriales, estudiantes, responsables de las tareas en el hogar, personas jóvenes, adultas, infantes, viviendo en ciudades o en zonas rurales, en áreas de lluvias abundantes o en zonas áridas, y así podríamos seguir.

Cada uno de estos tipos o clases en la que pueden agruparse las personas, por sus particularidades socioculturales, da lugar a las diferencias de *género*.

La transversalización del enfoque de género en la gestión del agua promueve que el término “Género” refiere a los roles, derechos y responsabilidades diferentes de los hombres y las mujeres, así como a la relación entre ellos. Género no se refiere simplemente a las mujeres o los hombres, sino a la forma en que sus cualidades, conductas e identidades se encuentran determinadas por el proceso de socialización. El género se asocia generalmente a la desigualdad, tanto en el poder como en el acceso a las decisiones y los recursos. Los roles diferentes de las mujeres y los hombres se encuentran influenciados por realidades históricas, religiosas, económicas y culturales. Dichos roles y responsabilidades pueden cambiar; de hecho, cambian a través del tiempo.

En particular y en relación con las mujeres, se reconoce que las mujeres juegan un papel central en la provisión, el manejo y la protección de los recursos de agua. Esto ha sido expresamente expuesto en uno de los principios que sustentan la gestión integrada del agua (Principios de Dublín). Desde el hogar, desde la escuela, el trabajo y los múltiples espacios donde se desarrolla, la mujer suele ser la primera constructora de los valores con relación al agua: nuestros hábitos de higiene, limpieza, de alimentación, de comportamiento social, etcétera. También en muchos casos es quien se ocupa de garantizar el suministro de agua para la familia desde el grifo público o un pozo; en otros, la encargada de tareas agrícolas. Sin embargo, las mujeres tienen un papel de menor influencia que los hombres en la gestión, el análisis de los problemas y los procesos de toma de decisiones relacionados con el recurso hídrico y menos aún se refleja en los proyectos institucionales y en las estructuras organizacionales. Por muchas causas, en numerosas situaciones, no tiene voz ni voto en la toma de decisiones.

Irina Bokova —primera mujer Directora General de la UNESCO durante el período 2009/2017— en el prólogo del Documento Técnico Indicadores desglosados por sexo para la presentación de informes, evaluación y seguimiento de recursos hídricos de la UNESCO, expresa que: *la igualdad de género es esencial para un desarrollo más inclusivo y sostenible, y esto pasa también por la gestión de los recursos hídricos, con el fin de fortalecer la inclusión social, erradicar la pobreza, promover la sostenibilidad y la seguridad alimentaria.*

A continuación Vera Lucía de Miranda Guarda, Coordinadora de Cátedra UNESCO, Brasil “Agua, Mujeres y Desarrollo”, junto con la estudiante de Ingeniería Ambiental Ana Luiza de Souza Rioga y la Nutricionista Cleia Costa Barbosa, se refieren a este tema en el siguiente video.



<https://youtu.be/4QoHWPJvEGM>

3. El enfoque interdisciplinario de la educación en el tema agua

Según las Naciones Unidas: *La educación es la base para mejorar nuestra vida y el desarrollo sostenible. Además de mejorar la calidad de vida de las personas, el acceso a la educación inclusiva y equitativa puede ayudar a abastecer a la población local con las herramientas necesarias para desarrollar soluciones innovadoras a los problemas más grandes del mundo (ODS 4: Garantizar una educación inclusiva, equitativa y de calidad y promover oportunidades de aprendizaje durante toda la vida para todos).* Nuevamente los ODS aportan directrices para que la gestión del agua sea el vehículo para mejorar la seguridad hídrica.

El concepto de seguridad hídrica sirve además para darnos cuenta de que los problemas del agua son muchos, las dimensiones que requiere su análisis son múltiples y, para la solución de estos, se necesita un enfoque donde comulguen articuladamente distintas disciplinas.

Esto debería traducirse en el *enfoque* con el que debería abordarse la educación en el tema agua.

Sin embargo, como se advierte en la obra Las miradas del agua, *muchas veces los diseños curriculares están fragmentados por la excesiva especialización que no permite el diálogo entre los espacios curriculares, tornándose cada materia un fin en sí mismo, y no un posibilitador de sujetos críticos, que puedan mirar y comprender el mundo desde la complejidad. Este rasgo que suele operar negativamente en los diseños curriculares, requiere de propuestas que puedan hacer de puentes como, por ejemplo, lo son los temas transversales.*

La vinculación entre las materias transversales y los contenidos curriculares da un sentido a estos últimos y los hace aparecer como instrumentos culturales valiosísimos para aproximar lo científico a lo cotidiano.

Ahora bien, la pregunta es: ¿Qué significa y qué implica un enfoque integral en la educación del tema agua? Para responder a la pregunta es bueno tener en cuenta las características de los enfoques metodológicos disciplinarios, multidisciplinarios, pluridisciplinarios, interdisciplinarios y transdisciplinarios ([Max-Neef, 2005](#)).

El tema agua atraviesa transversalmente los contenidos curriculares de todas las materias que se imparten en los niveles primario y secundario de la educación (también en el pre-escolar y terciario). En Geografía, Historia, Biología, Química, Física, por ejemplo. Pero ¿por qué no considerarlo en Matemática, Lengua, Idioma Extranjero, Informática, Plástica, Música, Educación Física, Tecnología? Cada disciplina suministra diferentes puntos de vista, información y hasta opiniones (miradas del agua). Así, un mismo tema podría abordarse con un enfoque multidisciplinario, pluridisciplinario o interdisciplinario, dependiendo la coordinación y organización que se plantee entre las cátedras (aprender a conocer y aprender a hacer, según Nicolescu, 1997).

Pero es necesario reconocer también que el tema agua y, sobre todo, los problemas relacionados con el agua, son transversales a disciplinas de tipo normativo (como Legislación o Derecho, Economía, Contabilidad, etc.) y de aquellas que refieren a los valores del ser humano (Formación Ética, Educación Religiosa, Filosofía, Epistemología). Estas disciplinas no solo aportan otros puntos de vista o miradas del agua, sino también plantean la necesidad de encarar un enfoque transdisciplinario en la enseñanza de los temas referidos al agua.

En la obra [Las miradas del agua](#) hay un gráfico que representa estos enfoques.

La [educación es un catalizador del desarrollo](#), una pieza clave para garantizar el logro de las metas que plantea la gestión integrada de los recursos hídricos y la seguridad hídrica.

Sumado a este enfoque, se deberían considerar cambios en los contenidos, las metodologías y los resultados del aprendizaje, como los que se señalan en la [Hoja de Ruta para la ejecución del programa de acción mundial de Educación para el Desarrollo Sostenible](#):

- ◊ *Contenidos del aprendizaje:* es fundamental integrar en los planes de estudio cuestiones esenciales como el cambio climático, la reducción del riesgo de desastres, el consumo, la energía y la producción sostenibles, resiliencia, seguridad hídrica, soluciones basadas en la naturaleza, etc.
- ◊ *Métodos del aprendizaje:* esto lleva a concebir la enseñanza y el aprendizaje pensando, entre otras cosas en: quiénes, cómo son y cómo aprenden los educandos de hoy. Requiere que los profesores, los maestros, los educadores se reposicionen como facilitadores del conocimiento, cambiando los métodos de enseñanza, para hacerlos más interactivos, más participativos, promoviendo el aprendizaje autónomo, utilizando tecnologías informáticas de comunicación y otros recursos innovadores.
- ◊ *Resultados del aprendizaje:* los cambios indicados en los ítems anteriores conducen a la necesidad de definir qué se espera lograr del aprendizaje, para que aprender no sea solo conocer, sino saber qué hacer y cómo frente a los problemas relativos al agua. Se trata entonces de generar *competencias* básicas como el pensamiento crítico y sistémico, la adopción conjunta de decisiones, y de asumir la responsabilidad por las generaciones actuales y futuras. Se entiende aquí como competencia, a la *capacidad* o idoneidad para hacer algo de una manera correcta, lo cual va de la mano con el concepto de seguridad hídrica.

Los materiales educativos también deben reflejar estos cambios en el enfoque de la enseñanza, los contenidos, métodos y resultados del aprendizaje.

Solo para mencionar algunos ejemplos:

- ◊ *Guía General para Docentes de las Américas y el Caribe* desarrollada en 2006 en el marco de un programa conjunto encarado por UNESCO-PHI y la Fundación del Proyecto WET (sigla de *Water Education for Teachers*, su nombre en inglés). En el marco de este proyecto se realizaron numerosos talleres, a lo largo de cuatro años, en varios países de Latinoamérica y el Caribe (Argentina, Chile, Colombia, Costa Rica, Guatemala, Jamaica, México,

Panamá, Paraguay y Uruguay). Los talleres se orientaron a capacitar a educadores, promoviendo un cambio de conciencia sobre el conocimiento y utilización del agua que comprenda las distintas disciplinas que conforman el currículo educativo ([Vázquez del Mercado Arribas y Benítez Ferrari, 2011](#)).

Si bien la Guía no está disponible en forma gratuita, el [Proyecto WET](#) pone a disposición sin costo materiales desarrollados para Bolivia, Colombia, El Salvador, México y Perú.

- ◊ Cartillas y Videos sobre cultura del agua, como también una [Guía para promotores de cultura de agua](#), desarrollados por la [Autoridad Nacional del Agua \(ANA\)](#) de Perú. La Guía brinda instrumentos y herramientas para facilitar los procesos de aprendizaje de quienes desarrollan, en su labor cotidiana, la promoción de la cultura del agua en diversos ámbitos, contribuyendo a un trabajo interinstitucional sinérgico y complementario para incentivar la cultura del agua, a favor del desarrollo sostenible regional y nacional.
- ◊ [Las miradas del agua](#), que contiene una propuesta de acción, con estrategias para desarrollar proyectos institucionales de enseñanza en los establecimientos educativos. Se trata de un manual desarrollado por [LA-WETnet](#) (Red Latinoamericana de Desarrollo de Capacidades para la Gestión Integrada del Agua), en el marco del Programa Hora Agua “Educando sobre el Agua para un Futuro Sustentable”.
- ◊ [Programas educativos](#) del AyA (Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillados). Comprenden materiales para estudiantes y docentes, dirigidos a la población educativa de preescolar, primer ciclo y secundaria.
- ◊ [Agua para todos, Guía para el uso eficiente del agua en la Educación Parvularia, Guía para el uso eficiente del agua en Séptimo y Octavo año básico, Guía para el uso eficiente del agua para Primer y Segundo Año Básico](#). Estos materiales fueron elaborados por la Fundación Tierra Viva con el financiamiento del Gobierno Regional Metropolitano de Santiago de Chile a través del Fondo de Cooperación Chile-México.
- ◊ [Guía de diseño e implementación de Proyectos Ambientales Escolares PRAE desde la cultura del agua](#), dirigido a instituciones educativas, y que responde al interés del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible de Colombia, de consolidar la implementación del Programa Nacional de Cultura del Agua, componente de la Política Nacional para la Gestión Integral del Recurso Hídrico.

4. La formación de profesionales para la gestión sostenible del agua

La gestión integrada del agua —el vehículo para el logro de los ODS y de la seguridad hídrica— requiere la construcción de esquemas de gobierno participativos. Al respecto, uno de los [Principios de Dublín](#) señala que:

El desarrollo del recurso hídrico y su manejo deben basarse en un enfoque participativo, involucrando a los planificadores y a los legisladores en todos los niveles.

Para ello, es necesario diseñar, crear e institucionalizar espacios para la participación (no únicamente de consulta) y garantizar que las medidas y estrategias sean el resultado del consenso de las expresiones, estableciendo acuerdos. Estos espacios deben ser parte de los planes de gestión desde su inicio; de otro modo, las acciones y decisiones que se adopten corren el riesgo de ser “medidas condenadas al fracaso”, sea por falta de entendimiento, aceptación social u otras resistencias al cambio.

Por una parte, como se analizó en los apartados anteriores, se debe fomentar la cultura hídrica y la educación (en todos los niveles) en el tema agua, desde un enfoque comprensivo, con contenidos, metodologías y resultados de enseñanza orientados al logro de *competencias*. Esto ayuda a que la población tenga el conocimiento y la información suficientes para poder participar de una manera efectiva y racional, y que pueda desarrollar su *capacidad* para mejorar su condición de seguridad hídrica.

Por otra parte, también requiere contar con profesionales competentes, es decir, que no solo tengan una adecuada capacidad técnica para abordar con solvencia las problemáticas hídricas (competencias específicas), sino también que desarrollen una visión integrada. Esta visión puede permitirles reconocer que las soluciones efectivas y sostenibles vendrán de la mano del trabajo de equipos multidisciplinarios capaces de reconocer las múltiples miradas y dimensiones de estas problemáticas (competencias genéricas). Con este enfoque basado en competencias, se viene desarrollando en toda Latinoamérica –de un tiempo a esta parte– la revisión y actualización de los planes de estudio de las carreras universitarias.

Los temas de agua no son exclusivos de los hidrólogos, ni de los ingenieros, ni de los abogados, ni de los economistas, por mencionar solo algunas profesiones. Tiene que ver con todos ellos y con otros tantos profesionales más. Sociólogos, comunicadores, médicos, biólogos, arquitectos, profesionales de la educación deberían ser parte de equipos de trabajo para el desarrollo de planes y proyectos.

En lo que hace a la formación de posgrado, la oferta académica de la región es muy amplia: incluye carreras de doctorado, maestría (académicas y profesionales) y especialización de tipo disciplinario, pero también hay carreras que proponen la convergencia de profesionales que provienen de múltiples disciplinas: ingenieros, abogados, economistas, biólogos, médicos, bioquímicos, arquitectos, comunicadores, sociólogos y otros.

Más allá de la posibilidad que brindan las carreras de cuarto nivel, los cursos de capacitación y perfeccionamiento para técnicos y profesionales son fundamentales para promover el desarrollo de capacidades y, a través de ello, lograr el fortalecimiento de las instituciones y organizaciones gubernamentales y no gubernamentales relacionadas con la gestión del agua, en procura de mejorar las condiciones de seguridad hídrica de la población.

En el siguiente video el Ing. Francisco Rodríguez, Director de la Cátedra UNESCO Agua, Género y Gobernanza, hace mención de estos aspectos, resaltando la conveniencia del diseño adecuado y particularizado a cada grupo de destinatarios, temáticas y circunstancias.



<https://youtu.be/S3wp9pzE5ks>

5. A modo de reflexión final

La seguridad hídrica da cuentas de cómo una comunidad está preparada, tanto para enfrentar las situaciones adversas como para recuperarse de ellas. Dos elementos claves para desarrollar esta capacidad son: el conocimiento integrado de todos los aspectos relacionados con el tema agua y el fortalecimiento de la cultura hídrica. Para ello, las prácticas de enseñanza (enfoque, contenidos, métodos y resultados de aprendizaje) deberían basarse en un enfoque que reúna múltiples miradas, bajo el concepto que aprender no sea solo conocer, sino también reconocer cómo hacer frente a los problemas relativos al agua.

Al mismo tiempo que se encara el fortalecimiento de la sociedad con conocimiento e información, se requiere contar con profesionales y técnicos capacitados que permita:

- ◊ Reducir la incertidumbre mediante el conocimiento de los fenómenos y procesos hidrológicos para la prevención de desastres, la creación de sistemas de alerta y la adopción de acciones de adaptación al cambio climático.
- ◊ Tener una real comprensión de las reservas hídricas, en cantidad y calidad, ya sean superficiales, atmosféricas o subterráneas, para diseñar planes de gestión sostenible que consideren métodos apropiados para el desarrollo, explotación, protección, uso eficiente (y reuso) de recursos hídricos.
- ◊ Lograr una identificación de los usuarios actuales y potenciales de agua –incluyendo los ecosistemas– reconociendo las particularidades de la gestión del agua en el ámbito rural y urbano, promoviendo cambios de enfoques y de tecnologías que permitan la optimización de la cantidad y la calidad del agua, así como de la huella hídrica y energética en las ciudades.

- ◊ Comprender el papel, la función y el servicio de los diferentes tipos de ecosistemas terrestres y humedales, tanto en ámbitos urbanos como agrícolas, procurando soluciones basadas en la Naturaleza.

Y a través de ello lograr *vehicular una gestión sostenible, integrada y participativa, que conduzca a la mejora de la seguridad hídrica de la población.*

Video de despedida a cargo de la Dra. Marta Paris, Coordinadora Académica del Curso *Seguridad Hídrica y los Objetivos de Desarrollo Sostenible.*



<https://youtu.be/BoFIdh3H6Zo>

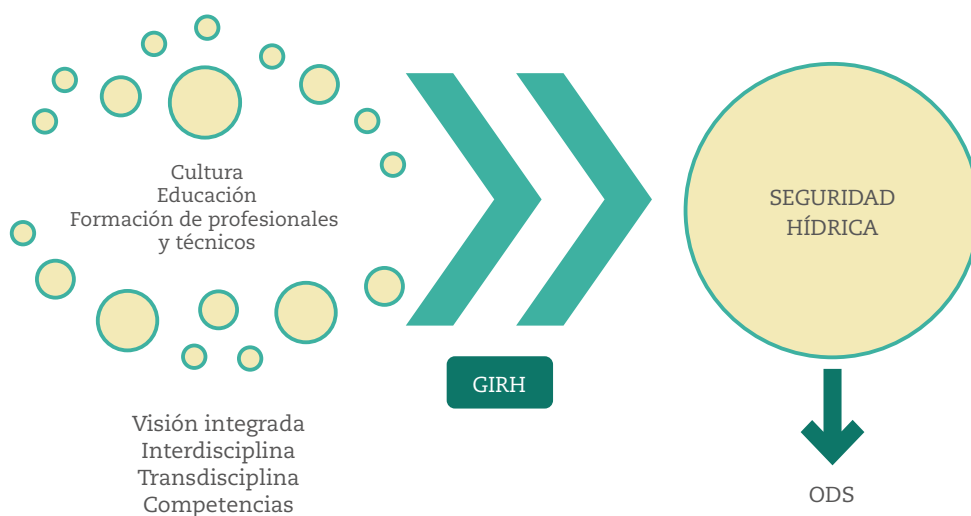


Figura 13: Educación y culturas. Claves para la seguridad hídrica. Diseño y elaboración: Marta Paris, Verónica Durán.



Organización
de las Naciones Unidas
para la Educación,
la Ciencia y la Cultura



Programa
Hidrológico
Inter gubernamental



Organización
de las Naciones Unidas
para la Educación,
la Ciencia y la Cultura



Cátedra UNESCO "Agua y Educación
para el Desarrollo Sostenible"
FACULTAD DE INGENIERÍA Y CIENCIAS HÍDRICAS
UNIVERSIDAD NACIONAL DEL LITORAL

Cátedra UNESCO El Agua en la Sociedad del Conocimiento - México

Cátedra UNESCO Riesgos Hidrometeorológicos - México

Cátedra UNESCO en Tecnología y Gestión Sostenible del Agua -Curazao

Cátedra UNESCO Sostenibilidad de los Recursos Hídricos

Cátedra UNESCO Agua y cultura - Uruguay

Cátedra UNESCO Agua, mujeres y desarrollo - Brasil

Cátedra UNESCO Agua, Mujeres y gobernanza - República Dominicana

Centro Regional para la Gestión de Aguas Subterráneas (CeReGas)

Centro de Gestión Sostenible de los Recursos Hídricos en los Estados Insulares del Caribe (CEHICA)

Centro del Agua para Zonas Áridas y Semiáridas de América Latina y el Caribe (CAZALAC)

Centro Internacional de Hidroinformática (CIH)

Grupo de Trabajo del PHI-LAC en Ecohidrología

Grupo de Trabajo del PHI-LAC de Hielos y Nieves

Grupo de Trabajo para la Iniciativa Internacional de Sedimentos (ISI-LAC)



9 789233 001381