

Las Miradas del Agua



Mag. Marta del Carmen Paris
Mag. Graciela Viviana Zucarelli
Prof. María Fernanda Pagura



Red Latinoamericana de Desarrollo
de Capacidades para la Gestión
Integrada del Agua



Programa "Hora Agua":
Educando sobre el Agua para un
Futuro Sustentable

Las Miradas del Agua

Mag. Marta del Carmen Paris
Mag. Graciela Viviana Zucarelli
Prof. María Fernanda Pagura



Las miradas del agua / Marta del Carmen Paris ... [et.al.]. - 1a ed.
- Santa Fe : Universidad Nacional del Litoral, 2009.

46 p. + CD-ROM : il. ; 29x21 cm.

ISBN 978-987-657-085-5

1. Educación Superior. I. Paris, Marta del Carmen
CDD 378

Fecha de catalogación: 29/04/2009

Este manual fue desarrollado por la Red Latinoamericana de Desarrollo de Capacidades para la Gestión Integrada del Agua, LA-WETnet, en el marco del Programa Hora Agua, "Educando sobre el Agua para un Futuro Sustentable".

Colaboraron en el desarrollo del mismo la Facultad de Ingeniería y Ciencias Hídricas de la Universidad Nacional del Litoral (FICH, UNL), la Red Internacional de Desarrollo de Capacidades para la Gestión Integrada de los Recursos Hídricos, Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (Cap-Net PNUD) y la Red Argentina de Capacitación y Fortalecimiento de la Gestión Integrada de los Recursos Hídricos (Arg Cap-Net).

Datos de contacto:

*Red latinoamericana de Desarrollo de Capacidades
para la gestión Integrada del Agua:*

Billinghurst 470- Planta alta oficina 16

San Isidro (B1642BDJ)

Buenos Aires, Argentina

Tel./Fax +54 11 4723 3948

info@la-wetnet.org

www.la-wetnet.org

Autoras:

Mag. Marta del Carmen Paris

Mag. Graciela Viviana Zucarelli

Prof. María Fernanda Pagura

Diseño de Comunicación Visual:

Lic. Ana Carina Palumbo

Las Miradas del Agua

ISBN 978-987-657-085-5

Argentina - 2009

El conocimiento integrado de todos los aspectos relacionados con el tema *agua* y el fortalecimiento de la cultura hídrica de la sociedad son elementos claves para garantizar una gestión apropiada de los recursos hídricos.

Para ello, las prácticas de enseñanza deberían basarse en un enfoque que reúna múltiples miradas, y bajo el concepto que aprender no sea sólo conocer, sino saber qué hacer frente a los problemas relativos al agua.

Las autoras desean agradecer al Ing. Cristóbal Lozeco y al Mag. Damián Indij por los aportes y comentarios realizados para esta publicación.

**Marta del
Carmen Paris**

Es Magíster en Ingeniería de los Recursos Hídricos, graduada en la Facultad de Ingeniería y Ciencias Hídricas de la Universidad Nacional del Litoral (Santa Fe, Argentina, FICH-UNL). Actualmente es Profesora Adjunta en la Cátedra de Gestión de los Recursos Hídricos Subterráneos de dicha Unidad Académica y Coordinadora Académica por la sede UNL de la Maestría en Gestión Integrada de los Recursos Hídricos. Ha dictado cursos de posgrado en distintas Universidades del país, es autora de libros, capítulos de libros y numerosas obras en revistas de difusión nacional e internacional sobre recursos hídricos y, particularmente sobre aguas subterráneas.

Contacto:

parismarta@gmail.com
mparis@fich.unl.edu.ar

**Graciela Viviana
Zucarelli**

Es Magíster en Ingeniería de los Recursos Hídricos, graduada en la Facultad de Ingeniería y Ciencias Hídricas de la Universidad Nacional del Litoral (Santa Fe, Argentina, FICH-UNL). Actualmente es Profesora Titular de la cátedra Análisis de los Sistemas Hidrológicos y Ambientales y Directora del Departamento Hidrología de dicha Unidad Académica. Ha dictado cursos de posgrado en distintas Universidades del país, es autora de libros, capítulos de libros y numerosas obras en revistas de difusión nacional e internacional sobre Hidrología.

Contacto:

vivizuca@ciudad.com.ar
zuca@fich1.unl.edu.ar

**María Fernanda
Pagura**

Profesora en Ciencias de la Educación. Especialista en Investigación Educativa. Alumna de la Maestría en Educación de la Universidad Nacional de Entre Ríos. Coordinadora del Programa Género, Sociedad y Universidad de la Universidad Nacional del Litoral. Co-coordinadora del Equipo de implementación de la Ley de Educación Sexual en el sistema educativo de la provincia de Santa fe. Docente de Metodología de la Investigación en la Facultad de Ciencias Económicas de la UNL.

Contacto:

fpagura@fce.unl.edu.ar
genero@unl.edu.ar

SIGLAS

Arg Cap-Net – Red Argentina de Capacitación y Fortalecimiento de la Gestión Integrada de los Recursos Hídricos

Cap-Net – Red Internacional de Desarrollo de Capacidades para la Gestión Integrada de los Recursos Hídricos

CEPIS – Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria

CDS - Comisión de Desarrollo Sostenible

COHIFE – Consejo Hídrico Federal (Argentina)

GIRH – Gestión Integrada de los Recursos Hídricos

GWP – Global Water Partnership: Asociación Mundial del Agua.

LA-WETnet - Latin America Water Education and Training Network: Red Latinoamericana de Desarrollo de Capacidades para la Gestión Integrada del Agua

ODM – Objetivos de Desarrollo del Milenio

PNFRH - Plan Nacional Federal de Recursos Hídricos (Argentina)

PRPH - Principios Rectores de la Política Hídrica (Argentina)

SSRH - Subsecretaría de Recursos Hídricos de la Nación (Argentina)

TAC – Technical Advisory Committee: Comité del Consejo Técnico de GWP

UNIDADES

° - grado

°C – grado centígrado

cm/s – centímetro por segundo

hs - hora

Km - kilómetro

Km² – kilómetro cuadrado

Km³ – kilómetro cúbico

Km³ año⁻¹ – kilómetro cúbico por año

m – metro

mm – milímetro

μm – micrómetro

m³ – metro cúbico

m³/ha - metro cúbico por hectárea

mm/año – milímetro por año

mm/h – milímetro por hora

W/m² – watt por metro cuadrado

CONTENIDOS

Gestión Integrada de los Recursos Hídricos

11

Introducción

11

¿Qué es la GIRH?

14

GIRH en Argentina

18

1

Educación y GIRH: ¿Cómo debería encararse la educación de los temas referidos al agua en el marco de la GIRH?

22

El Agua como tema transversal

22

2

Propuesta de acción

24

3

Caja de herramientas

28

Sitios Web

28

Libros y manuales

29

Otras herramientas

30

4

Conceptos hidrológicos básicos

31

5

Bibliografía

44

Introducción al material educativo

Hora Agua: ¿Educación para el cuidado del agua?

No es raro encontrarnos en estos tiempos con noticias malas y con visiones aún peores sobre el medio ambiente. La *crisis del agua*; la *guerra del agua*; los conflictos –reales o los que podrían ser–; y las amenazas sobre la expropiación de los recursos naturales abundan mucho más entre nosotros que las soluciones, o la necesidad de reconocer nuestras responsabilidades.

Es importante preguntarnos primero por qué educar sobre el agua. ¿Lo hacemos para cuidar lo que consideramos es nuestro recurso? ¿Lo hacemos porque sabemos que el agua tiene un enorme valor y no queremos perderla, o no queremos arriesgarnos a que nos la quiten? ¿O lo hacemos porque entendemos nuestras responsabilidades como ciudadanos y habitantes de un planeta que compartimos con el medio ambiente y los demás seres vivos?

Pensamos que en la respuesta a este interrogante está la posibilidad de acercarnos de una manera renovada al tema de la educación sobre el agua. No vemos al agua solamente como este recurso estratégico que debemos defender y que se nos presenta cada vez con más fuerza como una fuente de grandes conflictos.

Las Miradas del Agua buscan dirigir la atención hacia nosotros mismos. ¿Qué podemos ver en el agua? y ¿qué podemos ver de nosotros mismos en el modo en cómo gestionamos, usamos y compartimos el agua?

Vemos en el agua un elemento noble, transparente, que se adapta a todas las superficies, a todas las formas y recipientes, y a todos los estados. Las aguas en un río no discriminan cuáles orillas bañar y cuáles no. Tampoco discrimina el agua a qué ecosistemas alimentar y a cuáles no.

El agua, que actúa como espejo nos muestra en su reflejo quienes somos. Cuando la encontramos limpia, nos podemos ver parados, delante de ella. Cuando está sucia, se sacrifica, acep-

tando nuestra contaminación para que veamos las consecuencias de nuestros actos.

Las Miradas del Agua hacen referencia a la oportunidad de incorporar la plasticidad natural del agua para acercarnos de manera transversal a un sin fin de actividades humanas que todas se relacionan con el agua. Podemos ver la acción del ser humano y aprender a ser más humanos si vemos cómo nos compartamos frente al agua.

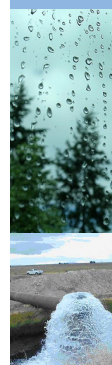
En las escuelas y colegios la *Hora del Agua* es un momento en donde podemos acercarnos al agua desde cada una de las materias; la *hora del agua* es la oportunidad que nos da el agua para encaminar el desarrollo humano (ya que como se verá en los contenidos, el agua está presente en todas las actividades humanas).

Este material educativo fue pensando para apoyar las actividades de enseñanza que ya se están desarrollando en las aulas. Se basa en los conocimientos y experiencias que maestros y profesores tienen con el objetivo de apoyar y optimizar estas inmensas capacidades.

Objetivos del Manual

- Funcionar como un material educativo para que los docentes aborden la educación sobre el agua desde su propia disciplina.
- Brindar acceso a distintos conocimientos sobre el agua: sus usos múltiples, su importancia para la salud y el desarrollo, su valor esencial para todas las formas de vida, dónde conseguir información, y otras cuestiones.
- Proponer una visión de desarrollo que fomente la protección del agua, los ecosistemas y el acceso al agua potable y al saneamiento como un derecho humano.
- Brindar un panorama sobre la situación del agua en Argentina.
- Promover reflexiones orientadas a analizar la problemática local del agua dentro de un marco integrador del desarrollo.

MA. Damián Indij
Coordinador de LA-WETnet



Gestión Integrada de los Recursos Hídricos

Introducción

Muchos de los hechos que suceden en nuestros días están directa o indirectamente vinculados con el agua: falencias en el servicio de agua potable y cloacas, escasez de agua de calidad adecuada para bebida, anegamiento de suelos productivos por ascenso del nivel de agua subterránea, inundaciones urbanas y rurales provocadas por lluvias o crecidas de los ríos, denuncias de contaminación, vertido de efluentes, etc.

Sin contar que el 70% de nuestro peso corporal se debe al agua, y aunque no la tengamos explícitamente presente, el agua forma parte de nuestra vida, es parte de nuestra actividad y de nuestros problemas diarios, caracteriza nuestros hábitos, nuestras costumbres, nuestra sociedad, forma parte de nuestra cultura y hasta de nuestros credos.

Efectivamente, el fluir del agua siempre fue objeto de contemplación de artistas, científicos, filósofos, religiosos, etc. Cada cultura ha tenido un vínculo ancestral entre el pensamiento humano y el flujo del agua. Es una relación misteriosa, que ha sido objeto de profundos análisis y estudios. Frecuentemente, la religión y la fe le han atribuido al agua cualidades milagrosas. El agua se usa para bendecir, perdonar pecados y expulsar malos espíritus, para purificar y es símbolo en numerosos rituales.

Fuente: Fundación Nueva Cultura del Agua.

Nuestro planeta tiene mucha agua ¿Por qué estar entonces tan preocupados? ¿Por qué pensar en una crisis o en guerras por el agua? La respuesta es tal vez más lógica de lo que pensamos. Aunque 2/3 de la superficie del planeta sea agua, en realidad solamente el 3% del agua del planeta es agua dulce –la que soporta la vida humana y la de muchos de los ecosistemas que a su vez nos sustentan (Figura 1).

Se debe considerar también para completar la respuesta, que muchas de nuestras acciones comprometen la calidad y cantidad de las reservas hídricas: deforestación, explotación intensi-

va de aguas superficiales y subterráneas, contaminación por uso de agroquímicos, actividades industriales, urbanas, mal manejo de efluentes y residuos, construcción inadecuada de obras de ingeniería, etc.

Además, la accesibilidad a los recursos no es una constante en el planeta debido a la desigual distribución de los mismos. En la región del Litoral y Mesopotamia de Argentina, ubicada en precisamente la Cuenca del Río de la Plata, parecería poco razonable pensar en *escasez de agua*. Sin embargo, los recursos hídricos en calidad y cantidad presentan variaciones significativas geográfica y temporalmente. Solamente las ciudades más importantes cuentan con abastecimiento de agua por captaciones en ríos (tal es el caso de Santa Fe, Rosario, Paraná, Buenos Aires, por ejemplo). El resto lo hace exclusivamente merced a la explotación de acuíferos, aún en casos donde la calidad natural de sus aguas no es totalmente apropiada. Situación esta última que puede trasladarse a gran parte del territorio del país. En otras zonas, las inundaciones por desborde de ríos o lluvias de alta intensidad

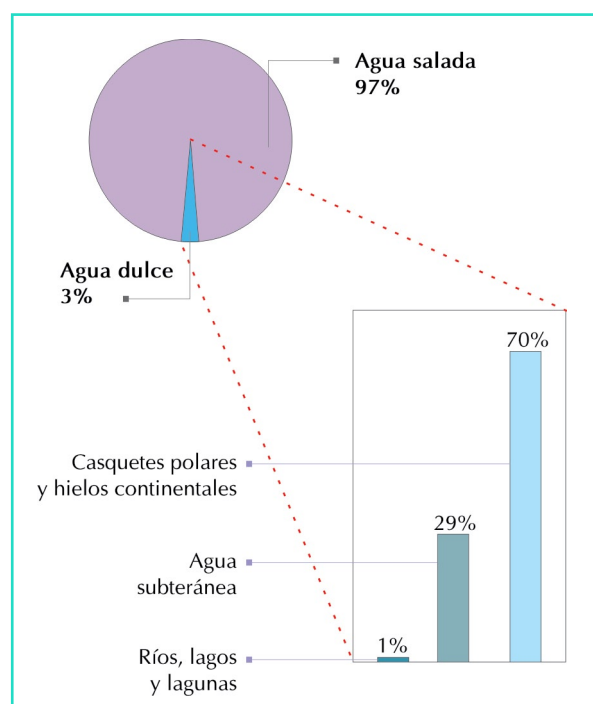


Figura 1 Distribución de agua en el planeta



son más y más frecuentes. Problemas de excesos y déficit de agua que, local y globalmente, podrían acentuarse por el eventual impacto del cambio climático.

Un simple cambio de escala permite visualizar otro ejemplo contundente: América Latina es sumamente rica en recursos hídricos. Las cuencas de los ríos Amazonas, Orinoco, del Plata, San Francisco y Magdalena transportan más del 30% del agua superficial del continente. Pero en contraposición, dos tercios del territorio corresponden a regiones áridas o semiáridas: centro y norte de México, nordeste de Brasil, gran parte de Argentina, Chile, Bolivia y Perú. Según el Primer Informe sobre el Desarrollo de los Recursos Hídricos en el Mundo (2003) se estima que cerca de una cuarta parte del total de la población de Latinoamérica –esto es más de 100 millones de personas– vive en zonas con escasez hídrica con grandes disparidades en la cobertura del servicio sanitario de agua y cloacas entre las zonas urbanas y rurales.

Muchas veces estos problemas se agravan debido a deficiencias en el manejo o administración de los recursos de agua. La carencia de instrumentos, leyes, políticas, planes y consenso (gobernabilidad) ha llevado a que esta administración haya sido encarada solamente desde un sector determinado (agricultura, energía, producción, transporte, turismo, agua potable, etc.), en forma fragmentada, con una visión parcializada y sin coordinación. Este *enfoque sectorial* evidentemente no tiene en cuenta la interrelación entre distintos usos y necesidades.

El agua es definitivamente un bien, que juega un papel cada vez más importante en el consenso mundial. El agua no es solamente un insumo para la producción, sino fundamentalmente un recurso esencial para todas las formas de vida.

Por otra parte, el crecimiento de la población, el incremento de la actividad económica y la mejor calidad de vida suelen dar lugar a un aumento exponencial de la demanda. Esto genera conflictos y a una creciente competencia y presión por el uso de los recursos de agua dulce. Este panorama plantea para los gobiernos un verdadero reto en el logro de los Objetivos de Desarrollo del Milenio (ODM), que en muchos casos no reconocen formalmente el derecho humano al agua.

En el documento de *Los Principios Rectores de la Política Hídrica Argentina* se establece el derecho humano al agua:

8. Agua potable y saneamiento como derecho humano básico

El consumo de agua no potable y la falta de servicios de saneamiento adecuados constituyen causas principales de enfermedades que impactan negativamente en el desarrollo de las comunidades, la salud de la población y la integridad de los ecosistemas. La atención a estos problemas exige la integración de las cuestiones relativas al agua potable y al saneamiento en las políticas de gestión de los recursos hídricos y la disponibilidad de recursos financieros permanentes para mejorar y aumentar las coberturas de agua potable y saneamiento para la totalidad de la población urbana y rural. Asimismo, el impacto de la contaminación directa e indirecta sobre las fuentes de agua destinadas al consumo humano requiere el desarrollo de investigaciones sistemáticas sobre la incidencia de su calidad en los indicadores de salud de la población.

Fragmento extraído de *Los Principios Rectores de la Política Hídrica Argentina* Distribución de agua en el planeta



Más información:

Cuadro 4

<http://www.hidricosargentina.gov.ar/cohife-principios.html>

Es necesario tomar conciencia y considerar el *valor* del agua, como se verá más adelante, y que el mismo no significa *precio*. Valor, costo y precio son términos con significados muy distintos. El valor del agua debe ser medido en términos sociales, ambientales, culturales, religioso, económico, político, de salud, etc. Esto hace que ciertas reglas, como las de mercado no puedan ser utilizadas para cotizarla. Pero esto no significa que algunos instrumentos económicos, financieros, legales no puedan ser utilizados para la gestión del agua. Al contrario, las multas, las ordenanzas y las restricciones deben ser usados como herramientas que faciliten y aseguren su uso y protección (Indij, 2007).

Es así que no se necesita imaginar guerras, ni

Los *Objetivos de Desarrollo del Milenio (ODM)* constituyen una iniciativa de carácter global establecida en el año 2002, a partir de la identificación de diferentes problemáticas vinculadas al desarrollo de la humanidad. Para el año 2015 los 191 estados miembros de la Organización de las Naciones Unidas se han comprometido a cumplir ocho Objetivos, que incluyen la concreción de ciertas Metas y el seguimiento de su cumplimiento mediante la cuantificación de Indicadores internacionalmente acordados:

- (1) Erradicar la pobreza extrema y el hambre
- (2) Lograr la enseñanza primaria universal
- (3) Promover la igualdad entre los géneros y la autonomía de la mujer
- (4) Reducir la mortalidad infantil
- (5) Mejorar la salud materna
- (6) Combatir el VIH/SIDA, paludismo y otras enfermedades
- (7) Garantizar la sostenibilidad del medio ambiente
- (8) Fomentar una asociación mundial para el desarrollo

Dentro de estos Objetivos la mención explícita al agua se realiza en el Objetivo 7, especialmente en lo que atañe al cumplimiento de la Meta 10: reducir a la mitad para el año 2015 el porcentaje de personas que carezcan de acceso al agua potable y servicios de saneamiento básico.



Más información en:

<http://www.un.org/spanish/millenniumgoals/>

Cuadro 1

tampoco hacer conjeturas extrañas sobre el agua. Simplemente se debe asumir que hoy el agua está en crisis y, que ello implica tomar decisiones (individuales y colectivas) para lograr una gestión equitativa, eficiente y ambientalmente sostenible de los recursos hídricos. Gestión que debe apuntar al bienestar social, en donde los ríos y otras fuentes de agua den placer, bienestar, salud, mantengan su valor histórico, simbólico, cultural, artístico, patrimonial, religioso, ambiental y, a la vez posibiliten el desarrollo y usos productivos. De esta manera, el desarrollo económico y la protección ambiental no serán posturas contrapuestas, sino compatibles.

La gestión del agua debería apoyarse en 3 pilares fundamentales (*Nueva Cultura del Agua*):



Solidaridad: El agua es un bien público y nadie tiene el derecho de tomar absoluta propiedad sobre el agua. La solidaridad significa considerar al agua como una herencia común, el cual nosotros –las generaciones actuales- hemos recibido y debemos entregar en las mejores condiciones a las generaciones futuras. Esto obliga a moderar su uso, manejar las demandas, y proteger la degradación. Esto significa que, si bien las crisis, problemas de escasez, desastres ecológicos, inundaciones son cuestiones locales, el agua es cuestión de todos (solidaridad) pues estas crisis locales están vinculadas a problemáticas globales.

Ahorro: en términos de uso eficiente del agua. De este modo se contempla que no haya derroche y que las demandas de todos los usuarios puedan ser equitativamente satisfechas de un modo sostenible, considerando solidariamente a las generaciones venideras.

Subsidiariedad: indica que toda planificación debe hacerse desde el “nivel más bajo posible”. Esto significa reconocer a los múltiples usuarios del agua y el valor que para cada uno de ellos tiene el agua. La efectividad de este pilar requiere: oportunidades de participación (foros, construcción de consenso, etc.) y desarrollo de capacidades (educación, información, concientización, etc.) para que esta participación sea verdaderamente efectiva.

Cuadro 2

Si bien desde hace un tiempo a nivel mundial, los organismos internacionales y los países han comenzado a manifestar su preocupación por la disponibilidad de agua, haciéndolo explícito a través de distintos documentos y medios (declaraciones de las Conferencias de Naciones Unidas sobre el Medio Ambiente como la Agenda 21 de Río '92, documentos producidos en los Foros Mundiales del Agua, informes de

las Naciones Unidas sobre el desarrollo de los recursos hídricos en el mundo, Objetivos de Desarrollo del Milenio-ODM), es a partir de la década del '90 -y más precisamente en 1992 durante la Conferencia Internacional en Agua y Medio Ambiente realizada en Dublín (Irlanda)-, que se ha dado forma y nombre a la necesidad de cambiar los esquemas de manejo del agua hacia una gestión más comprensiva que considere además de los aspectos anteriormente señalados, que todos los usos del agua son interdependientes: *la Gestión Integrada de los Recursos Hídricos (GIRH)*.

¿Qué es la Gestión Integrada de los Recursos Hídricos (GIRH)?

La GIRH se basa especialmente en que los usos del agua son interdependientes y que, la solución de los problemas hídricos relacionados debe ser encarada en forma integral abarcando participativamente a cada uno de los actores vinculados al agua, reconociendo el rol que cada uno cumple en la sociedad.

La Asociación Mundial del Agua (GWP-Global Water Partnership, 2000) la ha definido como:

El proceso que promueve el desarrollo y la gestión coordinados del agua, la tierra y los recursos relacionados, con el fin de maximizar el bienestar social y económico resultante de manera equitativa, sin comprometer la sustentabilidad de los ecosistemas vitales (GWP, 2000).

Y aunque esta sea tal vez la definición mundialmente aceptada para referirse a la GIRH, lo más importante no es la definición en sí misma, sino lo que de ella se desprende:

- La GIRH es un *proceso*. Como tal es flexible y dinámico. Requiere que se promueva la creación y/o adecuación de un ambiente o contexto propicio para que este proceso pueda iniciarse y continuar desarrollándose.
 - No es una ley, una reglamentación, un puente, un canal, una alcantarilla, un pozo de agua, un ministerio, una agencia reguladora, un canon o una tarifa. Es una nueva manera de enfocar y encarar la planificación y afrontar situaciones problemáticas vinculadas a los recursos hídricos que contempla todo esto y mucho más.
- Según la GIRH, todos los usos del agua son interdependientes y están relacionados al uso de otros recursos y vinculados a las actividades sociales y económicas según la organización del territorio. Por eso deben ser coordinados en forma eficiente y equitativa. Bebida, higiene, recreación, navegación, industria, riego, y tantos otros incluso la contaminación y la cantidad de agua necesaria para mantener un parque, reserva natural, humedal o caudal de un río, son todos usos del agua. Todos ellos constituyen la demanda de agua, que debe ser conocida y evaluada (y eventualmente corregirla) a efectos de satisfacerla de la mejor manera posible. Así la solución a los problemas hídricos debería ser encarada en forma integral, abarcando participativamente a cada uno de los actores vinculados al agua, reconociendo (definiendo o reasignando, en los casos que fuera necesario) el rol que cada uno cumple en la sociedad (*Figura 2*).



Visite el tutorial online sobre los Principios de la Gestión Integrada de los Recursos Hídricos:
http://www.archive.cap-net.org/spanish_iwrm_tutorial/mainmenu.htm

Si bien la GIRH no estipula *reglas*, el enfoque se basa cuatro principios. Estos cuatro principios sustentan la GIRH, conocidos precisamente como Principios de Dublín (GWP, 2005), sintetizan las características de este nuevo paradigma en la gestión del agua:

1. *El agua dulce es un recurso finito y vulnerable, esencial para mantener la vida, el desarrollo y el medio ambiente.* Si bien la cantidad global de agua es constante, su distribución espacial y por el deterioro de la calidad, condicionan su disponibilidad. El agua es sostén de vida, una eficaz gestión de ésta requiere un planteamiento holístico, así como la vinculación del desarrollo socioeconómico a la protección de los ecosistemas naturales. Una administración efectiva ha de vincular los usos de los terrenos y las aguas en el conjunto de una cuenca hidrográfica o subterránea (GWP, 2005).
2. *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.* El agua es un tema en el cual todos estamos

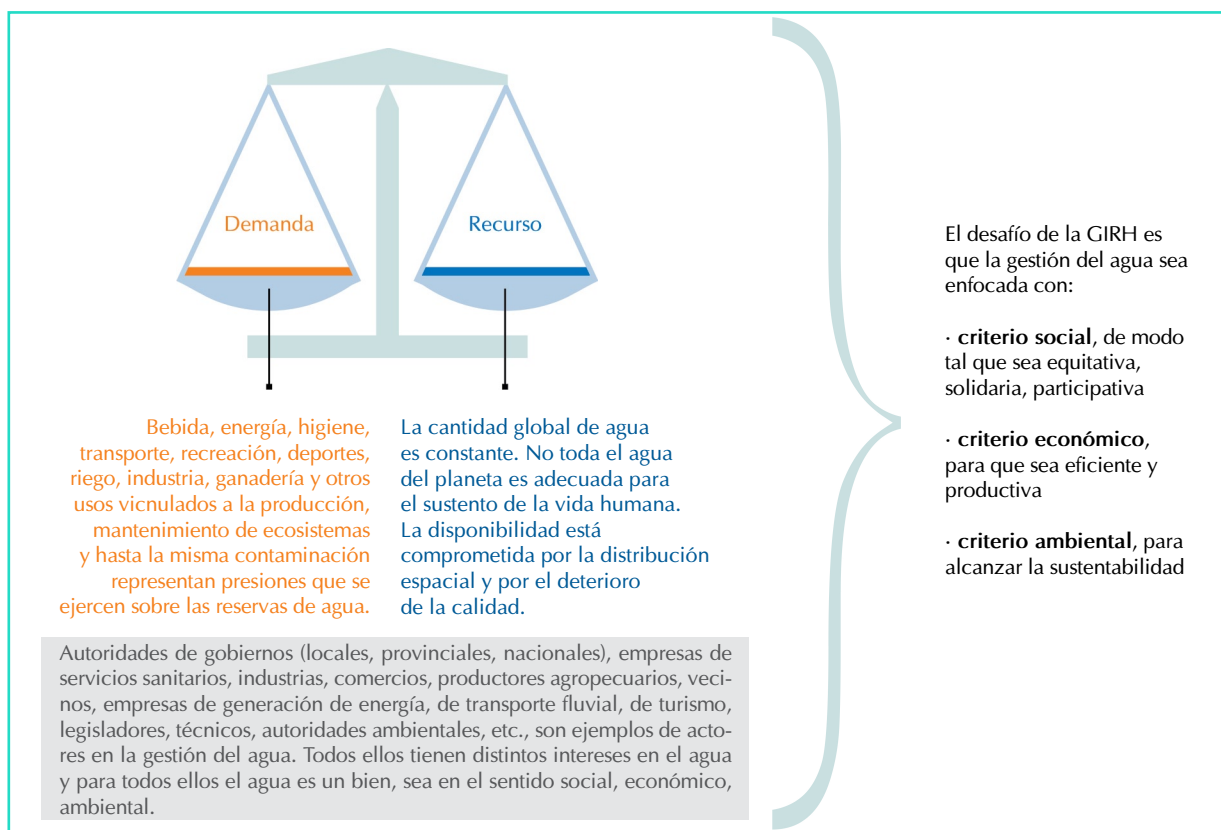


Figura 2 Desafío de la GIRH. Modificado de GWP (2000).

interesados. Una propuesta participativa es el mejor medio para lograr consenso y acuerdos comunes a largo plazo. Pero la participación no siempre logra el consenso, por lo que se requiere la puesta en marcha de procesos de arbitraje u otros mecanismos de resolución de conflictos. El enfoque participativo conlleva una sensibilización acerca de la importancia del agua tanto entre los gestores como en la opinión pública. Significa que las decisiones deben adoptarse al nivel más bajo posible, a partir de una consulta pública plena y la participación de usuarios en la planificación y aplicación de los proyectos hidrológicos. Para ello, la solución de los problemas debe ser encarada en forma integral, abarcando participativamente a cada uno de los actores vinculados al agua, reconociendo el rol que cada uno cumple en la sociedad. Todos somos diferentes (jóvenes, niños, adultos, ancianos, hombres, mujeres, hombres, ricos, pobres, población rural, población urbana, etc.) y tenemos diferentes necesidades y percepciones del agua. Esto debe ser reconocido por los planes de gestión, de otro modo serán acciones condenadas al fracaso. Por lo tanto, se deben diseñar y crear espacios para la participación (no únicamente de

consulta) y garantizar que, las medidas y estrategias sean el resultado del consenso de las expresiones.

3. *Las mujeres juegan un papel central en la provisión, manejo y preservación del agua.* Desde el hogar, desde la escuela, la mujer suele ser la primera constructora de los valores en relación al agua: nuestros hábitos de higiene, limpieza, de alimentación, de comportamiento social, etc. También en muchos casos es quien se ocupa de garantizar el suministro de agua para la familia desde la canilla pública o la perforación de un vecino, en otros la encargada de tareas agrícolas. Ha sido reconocido ampliamente que las mujeres juegan un papel clave en la recolección y salvaguardia del agua para uso doméstico y, en muchos casos, para uso agrícola. Sin embargo, las mujeres, y el conocimiento que las mujeres tienen sobre el uso y manejo del agua, 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 reflejado 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.

La consideración de las diferencias de género en la GIRH está en estrecha relación con lo comentado en el principio anterior, respecto de la necesidad de contemplar *equitativamente* las características y necesidades de todos los usuarios. Muchas veces, la aceptación y puesta en práctica de este principio precisa de políticas o medidas positivas destinadas a satisfacer las necesidades específicas de la mujer al objeto de habilitarlas y capacitarlas para su participación a todos los niveles en los programas de recursos hídricos, incluyendo los procesos de toma de decisiones y aplicación, de acuerdo a las formas definidas por ellas. Ejemplo de estas políticas positivas pueden ser: la celebración del día de la mujer, la obligatoriedad de participar en listas comitales, la exigencia que en los organismos de gobierno haya un número mínimo de funcionarias mujeres, etc. (GWP, 2005).

4. *El agua tiene un valor económico en todos sus usos competitivos y debe ser reconocido como un bien.* Aunque muchas veces discutido, este cuarto principio plantea un tema inevitable en la gestión del agua: El agua tiene valor como bien económico y además como bien social. Dentro de este principio, resulta fundamental reconocer, en primer lugar, el derecho básico de to-

dos los seres humanos a disponer de agua pura y de servicios de saneamiento. Pero por otra parte, el no reconocimiento del valor económico del agua en el pasado ha dado lugar al despilfarro de este recurso y a usos perjudiciales desde el punto de vista medioambiental. Aún en situaciones de excesos hídricos y aún *con el agua al cuello*, es necesaria la provisión de agua segura para la ingesta. El agua como recurso, tiene *valor* y su deterioro un *costo*. *Valor* y *precio* son dos cosas diferentes. El *valor* del agua en los usos alternativos es importante para la distribución racional del agua como un recurso escaso, ya sea por medios regulatorios o económicos. El *cobro* (o el *no cobro*) de un *precio*, por el agua es la aplicación de un instrumento económico para apoyar a grupos en desventaja, afectar el comportamiento hacia la conservación y el uso eficiente del agua, proveer incentivos para el manejo de la demanda, asegurar la recuperación de *costos* y detectar la disposición de los consumidores para pagar con el fin de lograr inversiones adicionales en los servicios de agua. El tratamiento del agua como un bien económico es un medio importante para la toma de decisiones sobre la distribución del agua entre los distintos sectores que utilizan el recurso y en-

Los Principios de Dublín ha sido cuidadosamente formulados mediante un proceso de consulta internacional culminado en enero de 1992 en la Conferencia Internacional sobre Agua y Medio Ambiente celebrada en Dublín (Irlanda) (GWP, 2000). La Declaración de Dublín *El Desarrollo en la Perspectiva del Siglo XXI*, señala que “la gestión eficaz de los recursos hídricos requiere un enfoque integrado que concilie el desarrollo económico y social y la protección de los ecosistemas naturales. La gestión eficaz del agua establece una relación entre el uso del suelo y el aprovechamiento del agua en la totalidad de una cuenca hidrográfica o un acuífero”. Luego, en la Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo (conocida como *Cumbre de la Tierra*) celebrada en Río de Janeiro (Brasil) en junio de 1992, se enfatizó en que: “la ordenación integrada de los recursos hídricos se basa en

la percepción de que el agua es parte integrante del ecosistema, un recurso natural y un bien social y económico”. Es así que los Principios -dirigidos a promover cambios en aquellos conceptos y prácticas que se consideran fundamentales para un mejor manejo de recursos de agua-, contribuyeron significativamente a las recomendaciones de la Agenda 21 (Capítulo 18 sobre los Recursos de Agua Dulce) adoptadas en dicha Cumbre de Río '92.

Los Principios no son estáticos, por el contrario, existe una clara necesidad de actualizar y agregar especificidad a los principios, a la luz de la experiencia, con su interpretación e implementación práctica. Más recientemente han sido re declarados y elaborados en 1998 en las principales conferencias internacionales de agua en Harare y París y por la Comisión de Desarrollo Sostenible (CDS) en la Reunión *Río+5* en 1998 (GWP, 2000).

tre los diferentes usos dentro de cada sector (Cap-Net, 2005).

El objetivo de los Principios de Dublín es promover cambios en aquellos conceptos y prácticas que se consideran fundamentales para un mejor manejo del agua con criterio social, económico y ambiental.

La pregunta que surge en este punto es: ¿Qué significa este cambio en términos concretos?

O dicho de otro modo: ¿Qué requiere la GIRH para lograr que la gestión del agua sea socialmente equitativa, eficiente en términos económicos, garantizando la sostenibilidad ambiental?

Sin dudas el interrogante no es simple de responder. Sin embargo pueden identificarse tres componentes esenciales para encaminar el proceso que la GIRH representa (Figura 3):

- Contar con un *ambiente propicio* que brinde un marco y punto de partida a la gestión
- Contar con *roles institucionales* claramente definidos
- Adaptar o crear los *instrumentos de gestión* necesarios (legales, económicos, institucionales, educativos, etc.)

Esto significa que el *ambiente propicio* será construido por políticas, legislación, foros y mecanismos de participación que faciliten el dialogo transectorial y abajo-arriba, con cooperación internacional que provea métodos, casos de estudio, recursos económicos, lecciones aprendidas, o logro de acuerdos internacionales en el entendimiento para el uso y protección de los recursos de agua, el involucramiento del sector privado directa o indirectamente vinculado al agua, disponiendo incluso de mecanismos de negociación y resolución de conflictos, etc. (GWP, 2000).

A través de instrumentos de gestión apropiados en términos de *adecuación, factibilidad y aceptación*. Es decir:

- basadas en un *diagnóstico apropiado* (*adecuado*) del sistema ambiental (natural y social), su contexto organizacional o institucional, legal y político y, de los problemas a resolver (planificación, contaminación, explotación intensiva, ecosistemas en peligro, abastecimiento, saneamiento, inundaciones, etc.)
- *apropiadas* en el sentido de la *factibilidad* de implementación, es decir practicable, flexibles y dinámicas
- y también *apropiadas* en el sentido de que el sistema social debería aceptarlas, adoptarlas, hacerlas propia (*aceptación*).

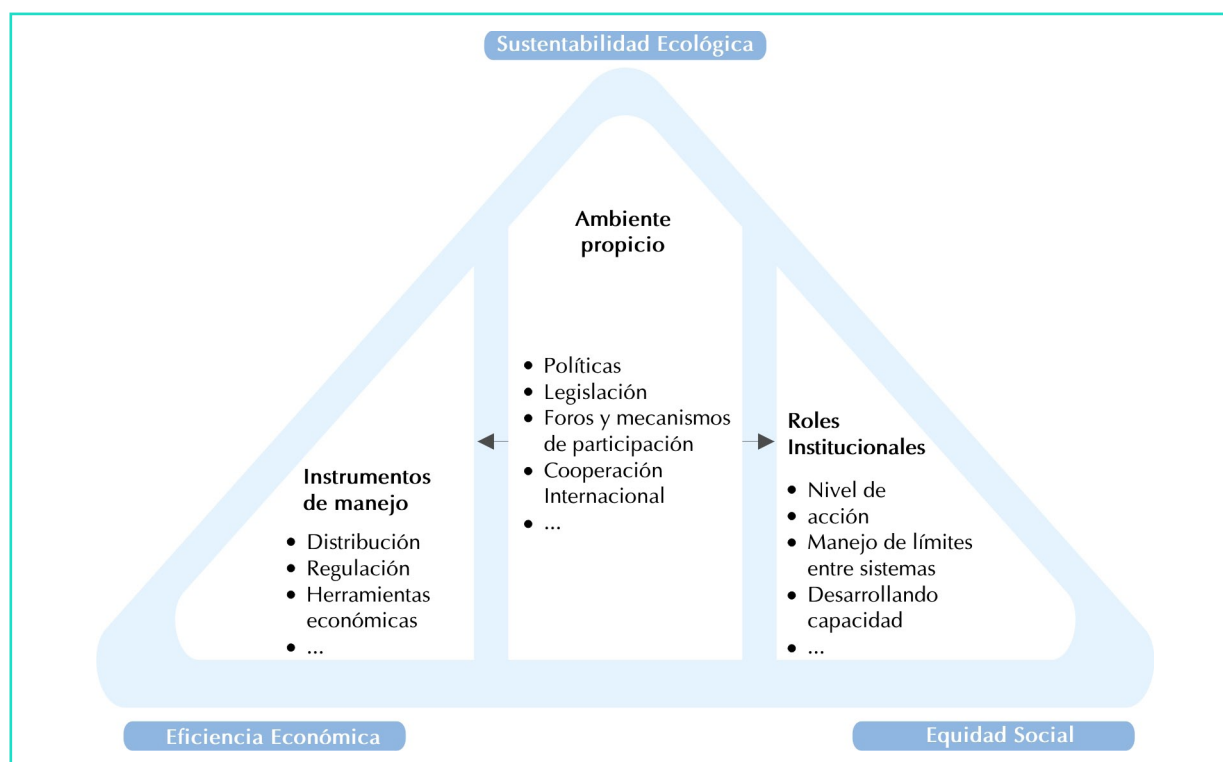


Figura 3 Componentes de la GIRH. Fuente: GWP (2000)

Roles institucionales claramente definidos según su escala, según su nivel de acción y según el sector, pero con una visión integrada que permita coordinar y optimizar los esfuerzos y que rompa con fronteras inadecuadas para la gestión del agua. Con instituciones fortalecidas con equipamiento, recursos económicos, planes de acción y recursos humanos capacitados técnicamente y con una mentalidad amplia y visión integradora capaces de entender comprensivamente los problemas relacionados al agua.

Es muy oportuno resaltar aquí que: “La GIRH es un reto para las prácticas, las actitudes y los conocimientos profesionales convencionales. Confronta los intereses sectoriales entrelazados y requiere que el recurso hídrico sea gestionado holísticamente para el beneficio de todos. Nadie pretende que afrontar el reto de la GIRH vaya a ser fácil, pero es vital que se inicie ahora para prevenir la crisis inminente” (GWP, 2005).

GIRH en Argentina

En Argentina, el proceso de la GIRH ha comenzado a transitar etapas de consolidación importantes, a partir de la toma de conciencia sobre el serio deterioro y carencia de la gestión de los recursos hídricos.

Primeramente, se coincidió en que el primer paso en esa dirección es la creación de bases jurídicas sólidas que promueven una gestión eficiente y sustentable de los recursos hídricos (SSRH, 2002a).

Con tal fin, las provincias convocaron a los sectores vinculados con el aprovechamiento, gestión y protección de sus recursos hídricos buscando establecer la visión sobre *qué es el agua para nosotros*, y al mismo tiempo señale la forma de utilizarla como *motor de nuestro desarrollo sustentable*.

Dicha visión ha sido compilada por la Subsecretaría de Recursos Hídricos de la Nación (SSRH) por medio de Los Principios Rectores de la Política Hídrica (PRPH). Este documento fue elaborado a partir de las contribuciones hechas por cada una de las provincias argentinas, de consultas con expertos en las áreas de planeamiento y gestión de los recursos hídricos y del

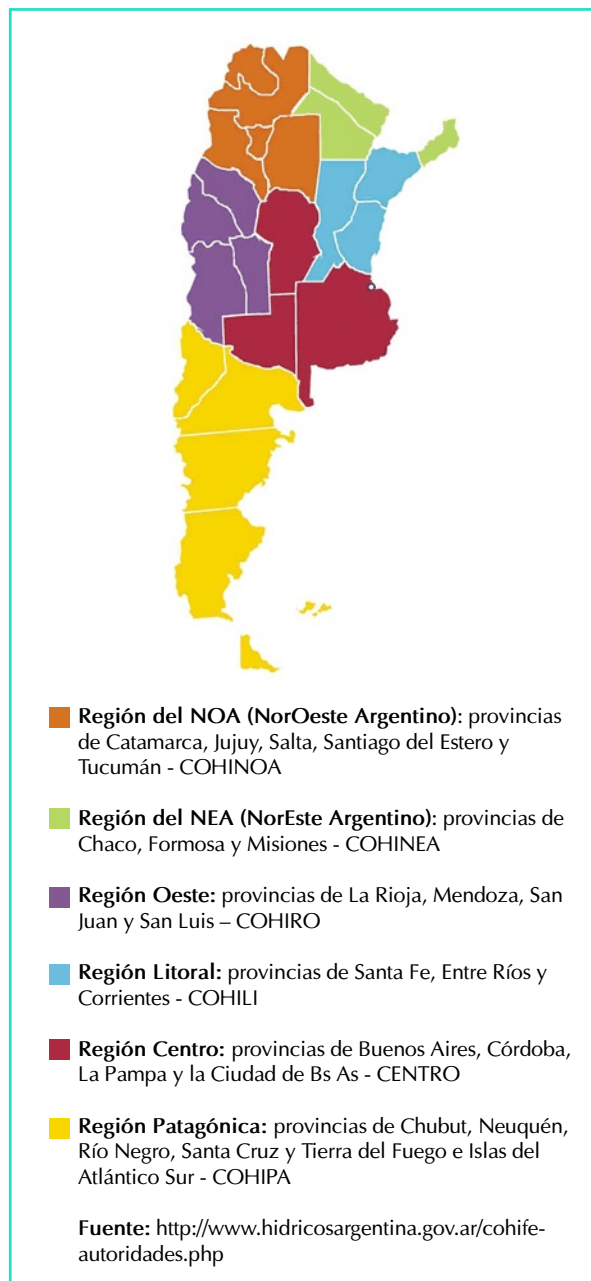


Figura 4 Regionalización del Consejo Hídrico Federal (COHIFE)

aporte de organizaciones y foros nacionales e internacionales en la materia (SSRH, 2002a).

La creación del *Consejo Hídrico Federal-COHIFE* (en diciembre de 2002) fue el corolario de todo el proceso de discusión y trabajo interdisciplinario que se desarrolló durante la elaboración de los *PRPH*, a lo largo de más de 2 años y con la participación de más de 2500 personas implicó la realización de 23 talleres provinciales y un taller nacional, lo que habla de la alta participación que tuvo este proceso de discusión (COHIFE, 2004).

El COHIFE -formalmente constituido en marzo de 2003- es el resultado de un acuerdo sobre

la conveniencia y necesidad que entre las provincias y la Nación exista una instancia federal, en la que los puntos de vista de las provincias sean expresados por quienes tienen en ellas la responsabilidad directa de la gestión hídrica. Su creación facilita el intercambio de ideas y experiencias entre provincias que no son parte de la misma cuenca, lo cual les brinda una perspectiva más amplia y también más afín con la que tienen los organismos nacionales. Adicionalmente les ayuda a percibir que muchos problemas -y sus posibles soluciones- son comunes a todas las cuencas (<http://www.cohife.org.ar/index.html>).

Este Consejo está conformado por el Estado Nacional, la Ciudad Autónoma de Buenos Aires y todas las provincias de la República Argentina, las cuales se dividen en seis regiones (Figura 4). El Comité Ejecutivo de este organismo está integrado por una Secretaría General ejercida por el Estado Nacional y un representante de cada uno de los grupos. De estos seis integrantes surge la Presidencia (<http://www.hidricosargentina.gov.ar/cohife-autoridades.php>).

Posteriormente, en setiembre de 2003 tiene lugar la firma del Acuerdo Federal del Agua. Este Acuerdo Federal logra amalgamar principios de política -que integran los aspectos sociales y ambientales relacionados con el agua como parte de las actividades productivas de la sociedad-, incorporando principios básicos de organización, gestión y economía de los recursos hídricos en concierto con principios de protección del recurso (<http://www.cohife.org.ar/acuerdo.html>).

Siguiendo el importante camino abierto por los Principios Rectores de la Política Hídrica, a mediados del año 2006 se consensuaron las bases para la elaboración del Plan Nacional Federal de Recursos Hídricos (PNFRH). Su elaboración fue encarada como un verdadero proceso participativo. Para ello se realizaron durante el primer trimestre del año 2007 talleres provinciales, regionales y nacionales. En estos encuentros participaron más de 700 personas relacionadas al recurso hídrico provenientes de

Los Principios Rectores de Política Hídrica brindan lineamientos que permiten integrar aspectos técnicos, sociales, económicos, legales, institucionales y ambientales del agua en una gestión moderna de los recursos hídricos.

El pronunciamiento de estos lineamientos de política (Principios Rectores) por parte de la comunidad hídrica de Argentina servirá para guiar a los legisladores responsables de traducir nuestra visión del recurso hídrico en una Ley Marco de Política Hídrica que sea coherente, efectiva y que incorpore las raíces históricas y los valores de todas las provincias y la Nación en su conjunto. También servirá para guiar a nuestros administradores en la creación de organizaciones y programas de acción adecuados. La adopción de estos principios rectores por parte de todas las Provincias y la Nación, a la luz de un federalismo concertado, permitirá avanzar hacia un desarrollo sustentable del recurso hídrico, disminuyendo los posibles conflictos derivados de su uso. El documento está organizado en 8 capítulos que refieren a los siguientes temas: *El agua y su ciclo, El agua y el ambiente, El agua y la sociedad, El agua y la gestión, El agua y las instituciones, El agua y la ley, El agua y la economía, La gestión y sus herramientas.*

El documento final titulado "Principios Rectores de Política Hídrica de la República Argentina", fue suscripto el 17 de setiembre de 2003 por representantes de las áreas hídricas de 23 provincias y por el Director Na-

Principios Rectores de Política Hídrica de la República Argentina

"...trabajando juntos para darle al agua una política de Estado"



Acuerdo Federal del Agua

Buenos Aires, 8 de Agosto de 2003

cional de Políticas, Coordinación y Desarrollo Hídrico de la Subsecretaría de Recursos Hídricos de la Nación (SSRH).



Más información en:

<http://www.hidricosargentina.gov.ar/cohife-principios.html>

El Plan Nacional Federal de los Recursos Hídricos, detalla los principales problemas y desafíos que enfrenta la gestión del agua en Argentina: inundaciones, contaminación, riego, saneamiento, energía, usos recreativos, navegación, cambio climático, etc.



Inundaciones en la Laguna La Pícala (prov. de Santa Fe) y vías del ferrocarril



Inundación del río Salado, año 2003, en la ciudad de Santa Fe

Cuadro 5

regiones bajo realidades muy diversas, desde regiones áridas hasta húmedas, desde grandes conglomerados urbanos, hasta pequeñas poblaciones rurales, representantes de sectores productivos, usuarios, gestores, prestadores de servicios, representantes de Municipios, ONG's e instituciones de educación superior e investigación (SSRH-COHIFE, 2006).

Puede decirse que, antes o después, de una manera o de otra, con unos u otros incentivos, metas o puntos de acceso, un camino similar al anteriormente encarado por Argentina, han sido seguidos por los otros países de Latinoamérica. México, Brasil, Chile, Paraguay, Guatemala,

El Salvador, Costa Rica, Colombia, Perú, entre otros, han iniciado el proceso de definición de sus Planes Nacionales de Recursos Hídricos.

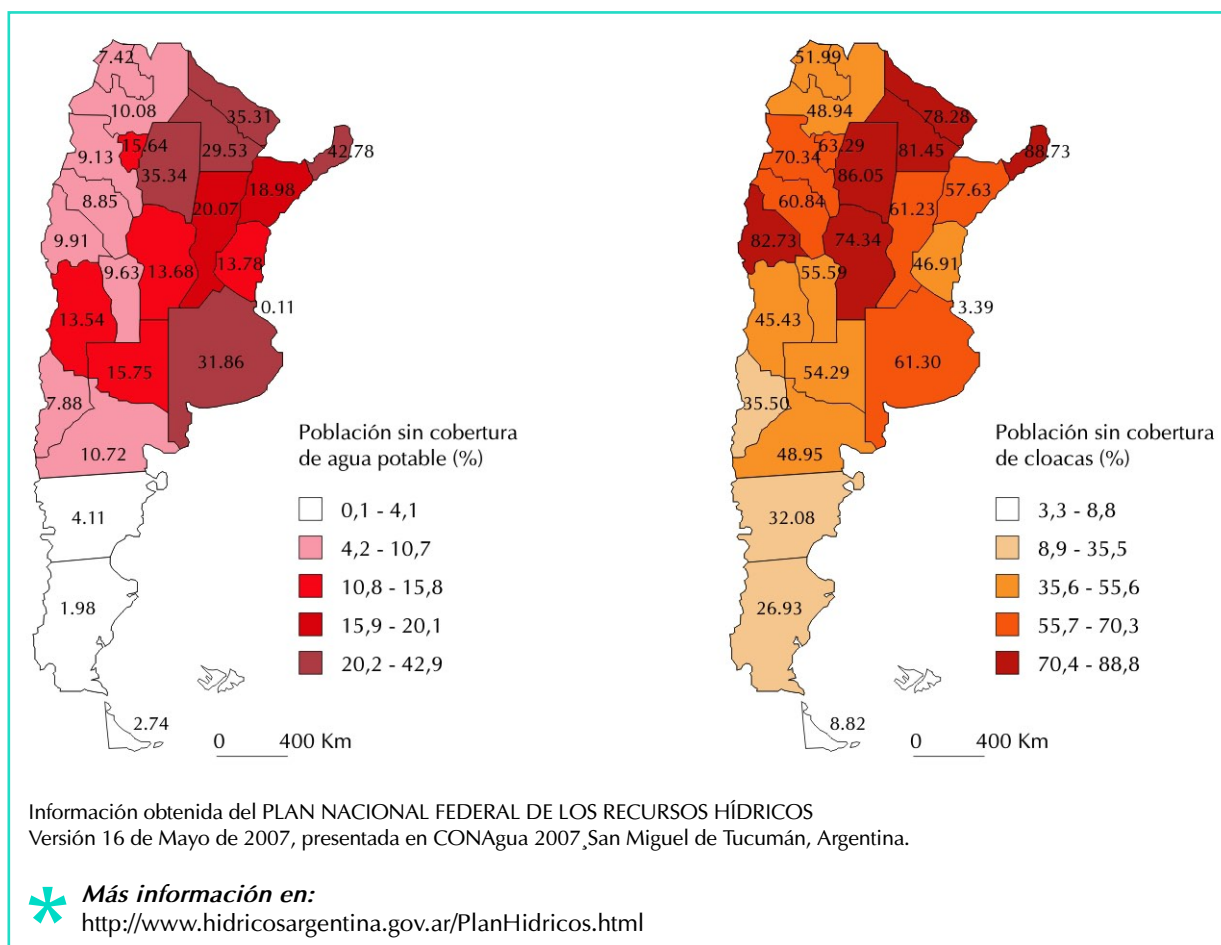
Es de destacar que, dada la organización legislativa e institucional de la mayoría de los países, la implementación de la GIRH va a requerir, probablemente, una reforma sustancial en las leyes e instituciones relacionadas con el agua.

Por ello, la GIRH puede derivar en un proceso largo, en el cual ciertos cambios van a ser inmediatos y otros van a requerir varios años de planeamiento y desarrollo de capacidades (Cap-Net, 2005a).

Como se puede apreciar, el proceso de cambio ha comenzado en distintas escalas: mundial (Principios de Dublín, foros internacionales, etc.), regional (reuniones regionales de autoridades nacionales, Declaración de Lima), nacional (Planes Nacionales de Recursos Hídricos, Principios Rectores, COHIFE, Plan nacional de Recursos Hídricos), provincial (Planes Provinciales de Recursos Hídricos, Códigos de agua, Leyes de agua, etc.) e incluso a nivel de cuenca.

Pero es indudable que aún es necesario salvar brechas que garanticen el sostenimiento del proceso -es decir su continuidad y fortalecimiento- y, consideren muy especialmente su aplicación a una escala más local (Cap-Net, 2005b).

Por ejemplo, a nivel local, un municipio, comuna, barrio, escuela, organización no gubernamental o institución oficial, puede comenzar abordando la solución de problemas concretos o cotidianos. Esto puede ofrecer buenos resultados para estimular el cambio en la filosofía del manejo del agua. Casos testigos pueden derivarse a partir de la deficiencia o carencia de servicios sanitarios de agua y alcantarillado (cloacas) en un determinado barrio, problemas derivados por la existencia de zonas de disposición de residuos (basurales, cavas, rellenos sanitarios, etc.), incluyendo el manejo doméstico de los residuos y el volcado de efluentes en un curso de agua, conflictos por la explotación de acuíferos o ríos compartidos o por sequías prolongadas, gestión de inundaciones por desborde de ríos o por lluvias intensas en áreas urbanas, por sólo mencionar algunos.



Este tipo de enfoque *a partir de un problema* conduce más fácilmente a una estrategia de acción fundamentada en asuntos tangibles e inmediatos y puede contribuir a la obtención de una amplia aceptación social. Este sería el caso de una implementación *Light* (o básica) de la GIRH, basada en la aplicación de los Principios de Dublín por individuos e instituciones, en el contexto de sus propias habilidades y oportunidades (Cap-Net, 2005b).

Esta alternativa es susceptible también de desembocar en un punto de estancamiento que requiera ir más allá de las actuaciones necesarias para solventar los problemas actuales o la consecución de objetivos inmediatos, lo cual conduce a la institucionalización de cambios que promuevan una toma de decisiones más estratégica y coordinada de modo permanente. Es decir a la implementación *Full* (o completa) de la GIRH, donde la totalidad de las actividades se basan en una reforma legislativa e institucional y la implementación de actividades transectoriales, como los Planes Nacionales (Cap-Net, 2005b).

Independientemente del punto de acceso que se tome (*Light* o *Full*), es indudable que tod@s¹ debemos ser parte de la gestión de los recursos, desde el rol que desempeñamos en la sociedad.

En este sentido, merece destacarse que esto sólo será posible, la comunidad cuenta con una base de conocimiento adecuado para: conocer, entender, participar efectivamente y reconocer qué hacer. Para ello, la educación -en todos sus niveles- y la formación de conciencia a través de información precisa y accesible, debe ser un aliado estratégico para que autoridades municipales, comunales, locales, provinciales y nacionales, inicien o afiancen el proceso de la GIRH.

1. Se utiliza el símbolo @ (arroba) para hacer referencia a todos y todas.

Educación y GIRH: ¿Cómo debería encararse la educación de los temas referidos al agua en el marco de la GIRH?

El agua como tema transversal

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.

Si se consideran los contenidos de la enseñanza desde el punto de vista que nos ofrecen las materias transversales, es decir, como algo necesario para vivir en una sociedad como la argentina, la disposición de cada una de las demás materias cambia, se “re-sitúa” y cobra un nuevo valor, para alcanzar en forma colaborativa ciertos macro-objetivos imprescindibles para vivir en una sociedad desarrollada y autoconciente.

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.

Como se verá más adelante, la perspectiva epistemológica que sostiene la GIRH, requiere y a la vez posibilita un abordaje interdisciplinario y transversal a los contenidos propuestos, a pesar que el tema *Recursos Hídricos* se lo suele vincular únicamente al Área de Ciencias Naturales o Geografía.

Tal como se ha señalado en apartados anteriores, no se trata de una sumatoria de contenidos, ni tampoco de un agregado que implique *algo más para dar*, sino del nuevo entramado que aporta la transversalidad.

Si se reconoce que la gestión del agua debe realizarse de una manera integral, la educación, como elemento clave de la propia gestión, también debería ser realizada con un enfoque integral.

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

a) Disciplinario: bajo este enfoque la enseñanza del tema *agua* se realiza en forma temática, aislada y sin el aporte y/o coordinación desde las otras asignaturas que conforman los programas de enseñanza para cada nivel educativo. Por ejemplo: en Geografía se estudian los ríos de la América Latina, en Historia el asentamiento y evolución de la población en el Río de la Plata, en Biología las características de la flora y fauna de Los Andes, sin establecer una vinculación entre los estudios.

b) Multidisciplinario: esto implica también realizar un trabajo aislado y sin coordinación aunque en un mismo tema. Por ejemplo: en un determinado nivel o año de la escuela secundaria se estudiarán los ríos, su historia, su flora, su fauna, de un continente, un país, una región, una provincia o estado, etc. Sin embargo, a pesar de tener un punto en común, en un estudio multidisciplinario, cada disciplina emitirá una conclusión (o un informe, un producto) sin importar lo que se produjo en la otra.

c) Pluridisciplinario: implica la existencia de cooperación entre las disciplinas, así el estudio de cada una refuerza la comprensión de las otras. Normalmente en este caso, si bien hay coordinación, no hay una organización de las disciplinas. Por ejemplo: si se elige el tema *Los ríos de la región pampeana argentina*, en Geografía se estudiarán las características físicas de los mismos (caudal, longitud, vertiente, forma de las cuencas, etc.), en Historia la influencia que tuvieron los ríos en el asentamiento y evolución de la población, en Biología cómo se reflejan las características hidrológicas de la región pampeana en su flora y fauna, etc., pero no se define en esto una organización que apunte por ejemplo a Economía o Medio Ambiente, como disciplinas que se nutren con las primeras.

d) Interdisciplinario: donde no sólo existe una cooperación entre las disciplinas sino también una organización definida de las disciplinas por



metas de actuación. En la base se ubican las disciplinas empíricas (como Geografía, Historia, Biología), las que aportan el conocimiento, el sustento conceptual; y en el segundo las que definen el propósito de las primeras. Por ejemplo Geografía, Historia, Biología constituyen el soporte de la agricultura. La *Figura 5*, muestra esquemáticamente las definiciones hasta aquí presentadas.

e) Transdisciplinario: es el resultado de la organización coordinada de distintas disciplinas que apuntan a niveles superiores referidos a normativas, valores éticos y conductas. Así, por ejemplo, con el aporte de la Agricultura, Minería, Legislación, etc. será posible definir líneas de acción (planes, políticas) que apunten a la armonización de las relaciones entre los individuos que componen la sociedad y el ambiente.

El tema *agua* atraviesa transversalmente los contenidos curriculares de todas las materias que se imparten en los niveles primario y secundario de la educación². En Geografía, Historia, Biología, Química, Física, por ejemplo. Pero por qué no considerarla 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 Nicolescu³).

Pero es necesario reconocer también que el tema *agua* y sobre todo los problemas relacionados al 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 sólo aportan otros puntos de vista o *miradas del agua*, sino también plantean la necesidad de encarar un *enfoque transdisciplinar* en la enseñanza de los temas referidos al agua. De este modo la educación será verdaderamente una pieza clave para garantizar el logro de las metas que plantea la gestión integrada de los recursos hídricos (aprender a vivir juntos y aprender a ser, según Nicolescu⁴, y la definición de GIRH.

Enfoque Disciplinario

(Se abordan temas en forma aislada desde una única disciplina)



Enfoque Multidisciplinario

(Se abordan un mismo tema desde varias disciplinas pero sin coordinación)



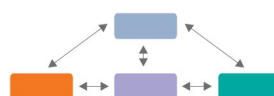
Enfoque Pluridisciplinario

(Se abordan un mismo tema desde varias disciplinas en forma coordinada pero sin organización)



Enfoque Interdisciplinario

(Se abordan un mismo tema desde varias disciplinas en forma coordinada y organizada)



Enfoque Transdisciplinario

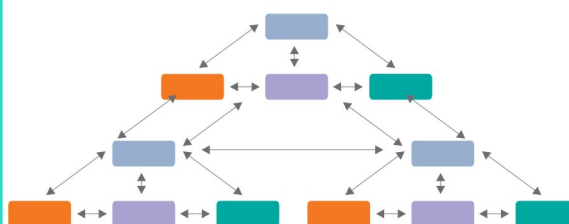


Figura 5 Adaptado de Max-Neef (2005)

Es así que este enfoque no pretende reemplazar ni ampliar los contenidos curriculares que se imparten en cada asignatura o disciplina, sino enriquecerlos mediante la visión integral que aporta la transdisciplina, optimizando las capacidades instaladas en cada una de las instituciones educativas.

2. Sucede lo mismo con los otros niveles: pre-escolar, primario y terciario.

3. En http://www.learndev.org/dl/nicolescu_f.pdf

Propuesta de Acción

En los apartados anteriores se presentaron los lineamientos actuales y globalmente aceptados para abordar las problemáticas hídricas. Además, en forma acorde al proceso que la GIRH promueve, se justificó el empleo de un enfoque transdisciplinar en la enseñanza del tema *agua*. Se resaltó también que este enfoque no pretende reemplazar ni ampliar los contenidos curriculares que se imparten en cada asignatura o disciplina.

Concretamente la propuesta de acción se centra en optimizar las capacidades instaladas en cada una de las instituciones educativas ejercitando el trabajo transdisciplinario.

No es nada nuevo que en las escuelas se realicen reuniones plenarias (o por áreas) para compartir información, analizarla y/o debatir cuestiones referidas a los planes de estudio y trabajo. Entonces: ¿Por qué no hacer uso de estos encuentros habituales para comenzar a trabajar transdisciplinariamente?

Claro está que no hay una receta para hacer esto. Al igual que la GIRH, la adopción de este enfoque en las prácticas de enseñanza-aprendizaje, es un *proceso*. Tiene un inicio, ajustes y adaptaciones a cada una de las situaciones, condiciones y temas de interés a los que se aplica. Como tal, debe ser flexible, continuo y dinámico. Dirigido tanto a l@s docentes (quienes enseñan) como a l@s alumn@s (que aprenden) y a la bidireccionalidad de este vínculo.

De este modo, la realización de varios encuentros entre los docentes a lo largo del ciclo lectivo es una buena opción y de hecho es la que se sugiere aquí.

Estos encuentros permitirían:

- Tener un proyecto institucional de enseñanza, que a manera de paraguas albergue las actividades curriculares dentro de la escuela y desde la escuela hacia la comunidad.
- Contar con un espacio donde plantear y discutir los objetivos del proyecto, el abordaje que se hará en cada materia, su vinculación con las otras, los productos esperados, las actividades comunes a realizar, etc.

- Recibir capacitación en temas de interés específicos donde se requiera la consulta a especialistas (contaminación por agroquímicos, planes de contingencia, lluvias intensas, obras de ingeniería, enfermedades, economía, legislación, etc.)
- Facilitar la búsqueda de recursos que colaboren en la concreción de las actividades propuestas en el proyecto. Por ejemplo: subsidios oficiales, empresas, instituciones y organizaciones que patrocinen impresión de materiales, viajes, visitas a sitios de interés, participación en cursos de capacitación, jornadas de capacitación en la escuela.
- Brindar capacitación a otros establecimientos y docentes que quieran encarar esta iniciativa, es decir transferir sus experiencias (trabajo en red).

Pero también estos encuentros (y el enfoque transdisciplinar mismo) podrían generar dificultades o resistencias (o ponerlas de manifiesto). Por ejemplo:

- Que l@s docentes interpreten que tienen que trabajar más, sin lograr ningún rédito adicional.
- Que se incrementen o generen discordias o competencias entre l@s docentes.
- Que l@s docentes se sientan controlados, en lugar de respaldados por el proyecto.

Valgan algunas aclaraciones a manera de lecciones aprendidas, para tratar de salvar de antemano estas dificultades:

- Es conveniente volver a puntualizar aquí, como se dijo anteriormente, que no se pretende aumentar contenidos curriculares, ni generar nuevas obligaciones. Al contrario aprovechar al máximo todo lo que se dispone. Si realizan reuniones plenarias, si el tema *agua* es importante para todos y si es transversal a todas las disciplinas, entonces por qué no *usarlo* como eje, disparador, motivador o excusa de una práctica integradora que beneficia a la escuela, l@s docentes y l@s alumn@s.
- L@s docentes pueden obtener un rédito adicional si estas actividades cuentan con el reconocimiento de un organismo superior con competencia en el tema (por ejemplo Ministerio de Educación, sea local, estatal, provin-



cial o nacional). Incluso esto puede facilitar la concurrencia a los encuentros, especialmente en el caso de aquell@s docentes que trabajen en más de una escuela. Del mismo modo que, participar en un proyecto debería otorgar un antecedente profesional valioso.

- La selección del tema eje o motivador de cada proyecto merece una discusión amplia y una buena justificación de la elección. El proyecto podría abordar problemáticas hídricas propias de la comunidad o de la región, que son preocupación de todos y todas (docentes, alumn@s, padres, madres, autoridades, etc.). Por ejemplo falta de obras de saneamiento como cloacas, rellenos sanitarios adecuadamente diseñados y controlados, inundaciones fluviales o pluviales frecuentes, escasez de agua para consumo humano, etc.

El proyecto debería poder abarcar a todos los agentes que trabajan en el establecimiento, sean docentes o no docentes. Tod@s deben tener una función definida en el proyecto y esta función debe estar acorde al objetivo general perseguido. Más aún, en algunos casos no se logra visualizar inmediatamente como pueden participar los docentes de áreas especiales (Música, Educación Física, Plástica, Idio-

ma Extranjero, Informática, etc.), o de aquellas disciplinas que abordan temas como: Mitología, Poesía, Gramática, Estadística, Economía, Contabilidad, Derecho. Pero *siempre* es posible identificar una *función clave* para ellos en el proyecto. Por ejemplo: para saber por qué nos inundamos tenemos que saber qué es una cuenca ¿Que mejor manera para aprenderlo con actividades recreativas? Es allí donde intervienen la Educación Física, la Música, la Plástica, entre otras⁴. Para buscar información en Internet necesitaremos del profesor de Informática, también para procesarla. La profesora de Idioma extranjero también colaborará en la búsqueda de información e incluso puede apuntar experiencias o costumbres de otras culturas.

4. En el apartado *Herramientas* se hace mención a sitios web, canciones, poesías, cuentos, manuales, etc. donde pueden obtenerse ejemplos y ejercicios prácticos para llevar adelante esta tarea. En el apartado *Información Hídrica Global y Local* se presentan conceptos básicos y definiciones sobre Hidrología.

Un bosquejo del Plan de Actividades puede ser el siguiente:

Fecha probable	Un día de los meses de febrero o marzo
Tema	Motivación temática y presentación de la mecánica de trabajo
Duración	Media jornada
Participantes	Docentes, autoridades y no docentes
Metas	Identificar problemáticas, percepciones y opiniones frente al agua en los docentes, mostrarles que ellos también necesitan saber eso de sus alumn@s
Metodología	Ejercicios, ejemplos y presentación de conceptos
Productos esperados	Organización de grupos de trabajo (que incluso pueden no abarcar todos los participantes) para realizar tareas de identificación o inferencia de percepciones (Evaluación). Esto puede ser algo simple como ver de qué barrios provienen l@s alumn@s, docentes y no docentes (de ahí surge qué problemas o necesidades tienen, tuvieron o visualizan que pueden tener con el agua en la ciudad, el barrio, sus casas). Los resultados obtenidos por este grupo(s) se presentarán en el Taller 2.

Esta actividad no sólo sirve de base para conocer las motivaciones de la comunidad educativa del establecimiento, sino que colabora en la identificación de temáticas de interés común y en la definición de metas que conduz-

can al conocimiento integral del tema agua y fortalezcan la cultura hídrica. Se sugiere que cada año se actualice la base de datos con las altas y bajas que se produzcan.

Fecha probable	Dos semanas después del Taller 1
Tema	Análisis de los resultados obtenidos. Presentación a cargo del grupo que realizó el trabajo de Evaluación. Discusión del estado de situación (<i>Diagnóstico</i>) Selección del tema eje o temática de interés común (<i>Escenario</i>). Primera aproximación a: · la definición del propósito transdisciplinar del tema elegido (relacionado al fortalecimiento cultural) y · al planteo de sus relaciones interdisciplinarias (relacionado al conocimiento integral).
Duración	Media jornada
Participantes	Tod@s
Metas	Tener un tema central de trabajo, dicho de otro modo: “¿Queremos hacer o trabajar en esto?” y reflexionar sobre: · la meta, propósito o Visión de Plan de Actividades (o de Acción) para el año en curso. Dicho de otro modo “¿Qué pretendemos con esto?” · las capacidades disponibles y las requeridas para trabajar en torno al mismo: docentes, no docentes, instalaciones (aulas, salas, patio, gimnasio, etc.), equipamiento (computadoras, proyectores, laboratorios, libros, instrumentos, etc.), recursos económicos, otros. Dicho de otro modo: “¿Qué tenemos y qué nos falta para hacer esto?”
Metodología	Trabajo en taller, presentaciones y discusión
Productos esperados	Se espera lograr un Diagnóstico y definir el Escenario de trabajo. En este Escenario los docentes de las distintas disciplinas deberían identificar preliminarmente sus aportes y puntos de contacto con la temática. También se deberían plantear metas institucionales (ejemplo presentación en un concurso, fiesta de fin de año, viaje de estudios, feria de ideas, etc.). Es el borrador del proyecto. Elección de un Coordinador/a del proyecto.

Taller 2

Fecha probable	Dos semanas después del Taller 2
Tema	Definición del proyecto (Implementación) En este Taller se trabajará en la formulación concreta del proyecto y analizarán desde: ¿Por qué y para qué del proyecto? ¿Qué acciones van a desarrollar y qué temas abordarán en cada asignatura? ¿En qué momento se realizarán? (Es decir que se necesitará elaborar un cronograma común de actividades) ¿Cuáles elementos y recursos se necesitan? ¿Quiénes desarrollarán cada tema?
Duración	Media jornada
Participantes	Tod@s
Metas	Organizar las actividades a desarrollar para encarar la enseñanza transdisciplinar del tema seleccionado. Identificación de necesidades y vínculos con: organismos gubernamentales y no gubernamentales (redes, empresas, asociaciones, etc.) que puedan aportar recursos, patrocinios, colaborar en la divulgación de resultados, concretar visitas y/o viajes educativos, etc.)
Metodología	Trabajo en taller, presentaciones y discusión.
Productos esperados	Proyecto y Cronograma común de actividades. Definición de mecanismos de control del grado de cumplimiento del cronograma (a cargo coordinador).

Taller 3

Fecha probable	Un día en octubre o noviembre
Tema	Evaluación de los resultados obtenidos. Lecciones aprendidas. Discusión de la propuesta para el año próximo. Monitoreo (control y retroalimentación)
Duración	Media jornada
Participantes	Tod@s
Metas	Hacer una autoevaluación del proceso iniciado. Poner en la mesa de trabajo todos los elementos obtenidos durante la ejecución del Plan de acción y el control o monitoreo realizado para el seguimiento de las actividades. Saber si lo que enseñamos se aprendió y si lo que se aprendió sirve para alcanzar la meta planteada al comienzo o visión del plan.
Metodología	Trabajo en taller, presentaciones y discusión.
Productos esperados	Grupo(s) de trabajo transdisciplinar en consolidación. Al igual que la GIRH, el abordaje propuesto es un proceso, flexible y dinámico. Por ello es de esperar que en su desarrollo se den acciones de adecuación y evolución.

Taller 4 Final

En el lapso intermedio entre los talleres debe realizarse todo tipo de comunicación que sea necesaria: por correo electrónico, telefónico o personal.



Caja de Herramientas

Actualmente existen numerosas contribuciones que contienen recursos y herramientas didácticas en temas referidos a los recursos hídricos. Por esa razón en esta obra se detallan:

- una lista de sitios web donde el docente puede descargar materiales de uso público y gratuito y/u obtener información general
- una lista de libros y manuales que pueden solicitarse o adquirirse
- otras herramientas

Sitios Web

<http://www.cap-net-esp.org/>

La Red Internacional para el Desarrollo de Capacidades en la Gestión Integrada de los Recursos Hídricos, es un Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD). La página ofrece en su biblioteca varias categorías con valiosos recursos, información, y vínculos con las organizaciones del mundo del agua.

<http://www.argcapnet.org.ar/>

La Red Argentina de Capacitación y Fortalecimiento de la Gestión Integrada de los Recursos Hídricos (Arg Cap-Net), es una Asociación Civil sin fines de lucro, integrada por instituciones que actúan en los ámbitos nacional, provincial y local en relación con la planificación, el uso, la preservación, la difusión y la enseñanza en temas de recursos hídricos, con el propósito de formar recursos humanos y de fortalecer la gestión integrada de los recursos hídricos.

<http://www.la-wetnet.org>

Es una red regional que ofrece servicios de desarrollo de capacidades de alta calidad y costos accesibles sobre la gestión integrada del agua. Es una organización autónoma, abierta y sin fines de lucro. LA-WETnet está formada por instituciones de relevancia y trayectoria en la región. Integra además la Red Internacional de Desarrollo de Capacidades para la GIRH, Cap-Net.

<http://fich.unl.edu.ar/>

La Facultad de Ingeniería y Ciencias Hídricas (FICH), perteneciente a la Universidad Nacional del Litoral (en Santa Fe, Argentina), fue creada en el año 1985 a partir del Depar-

tamento de Hidrología General y Aplicada. Su tarea principal es la formación de recursos humanos especializados en disciplinas ligadas a los recursos naturales, desde un enfoque ingenieril. La facultad desarrolla también una intensa actividad de investigación, de extensión y de transferencia de conocimientos al medio social y productivo, y al Estado.

<http://www.paho.org>

La Organización Panamericana de la Salud (OPS) es un organismo internacional de salud pública con 100 años de experiencia dedicados a mejorar la salud y las condiciones de vida de los pueblos de las Américas. Goza de reconocimiento internacional como parte del Sistema de las Naciones Unidas, y actúa como Oficina Regional para las Américas de la Organización Mundial de la Salud. Dentro del Sistema Interamericano, es el organismo especializado en salud.

<http://www.aidisar.org/>

La Asociación Argentina de Ingeniería Sanitaria y Ciencias del Ambiente (AIDIS ARGENTINA), es una Organización No Gubernamental, sin fines de lucro, con personería jurídica constituida en 1948, como miembro de la Asociación Interamericana de Ingeniería Sanitaria y Ambiental, a la que representa en el país.

<http://www.hidricosargentina.gov.ar/>

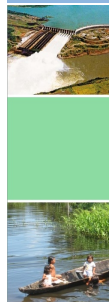
Es el sitio web de la Subsecretaría de Recursos Hídricos de Argentina. Tiene vínculos hacia temas de Cultura del agua, Biblioteca de los Recursos Hídricos, Sistema de Información Hidrológica, Alertas, Obras, etc.

<http://www.cohife.org.ar/>

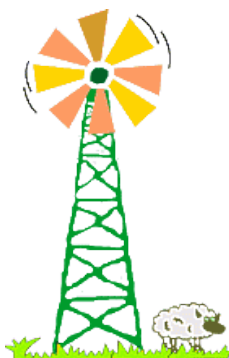
Es el sitio web del Consejo Hídrico Federal (Argentina). Aporta datos sobre su conformación, documentos fundacionales, Principios Rectores de la Política Hídrica Argentina, Regiones, Autoridades, etc.

<http://www.smn.gov.ar/>

Servicio Meteorológico Nacional (Argentina)



Libros y Manuales

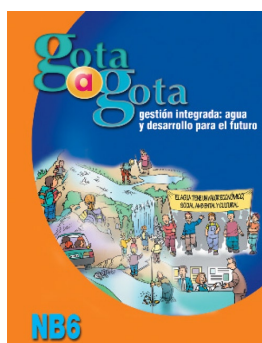


Guía para Educación Básica sobre Protección de Aguas Subterráneas

La Guía para Educación Básica sobre Protección de Aguas Subterráneas es un excelente manual desarrollado por el Programa Hidrológico Internacional (PHI) de UNESCO, el Grupo de Hidrología Subterránea (GHS) del Instituto de Mecánica de los Fluidos e Ingeniería Ambiental (IMFIA) de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de la República (Uruguay) y la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales de la Universidad de La Pampa (Argentina).

Descarga gratuita desde:

<http://www.unesco.org.uy/phi/libros/agua/principal/inicio.htm>



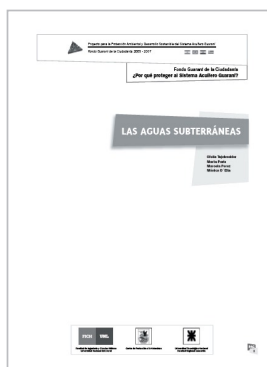
Manuales Educativos "Gota a Gota"

Este material fue desarrollado por el Departamento de Ingeniería Hidráulica y Ambiental de la Escuela de Ingeniería de la Pontificia Universidad Católica de Chile, de acuerdo a las definiciones y bajo la supervisión y aprobación final del Departamento de Estudios y Planificación de la Dirección General de Aguas, Ministerio de Obras Públicas de Chile.

Se trata de un Material Educativo destinado al Segundo Ciclo de Enseñanza Básica y consta de un manual para el profesor y manuales educativos para alumno@s en cuatro niveles.

Descarga gratuita desde:

<http://www.dga.cl/otros/dgajovenes/textos.htm>

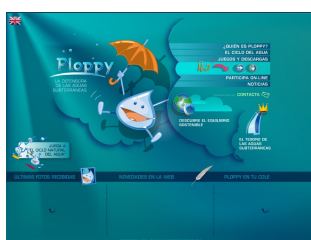


Manual "Las Aguas Subterráneas"

Esta publicación es parte de las actividades que el Centro de Protección de la Naturaleza, asociado con la Facultad de Ingeniería y Ciencias Hídricas de la Universidad Nacional del Litoral (Santa Fe, Argentina) y la Unidad Académica Concordia de la Universidad Tecnológica Nacional (Entre Ríos, Argentina), desarrollaron en el marco del Proyecto para la Protección del Sistema Acuífero Guaraní (SAG), con recursos del Fondo Guaraní de la Ciudadanía.

Descarga gratuita desde:

http://www.sg-guarani.org/microsite/materiales/Manual_Proyecto_SAG.pdf

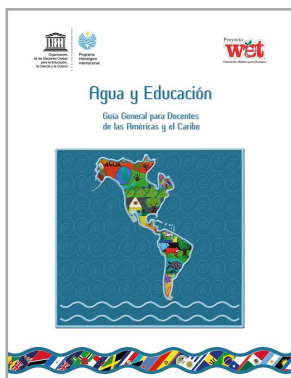


Ploppy, la defensora de las aguas subterráneas

Ploppy, es un personaje ideado por área de Hidrogeología y aguas Subterráneas del Instituto Tecnológico y Geominero de España en colaboración con el Ministerio de Medio Ambiente.

Descarga gratuita desde:

<http://www.ploppy.net/>



Guía General para Docentes de América Latina y el Caribe

La guía educativa que forma parte del Proyecto WET internacional y cuenta con el apoyo de Asociación Amigos de la Patagonia (responsable del Proyecto WET en Argentina), UNESCO-PHI, Instituto Nacional del Agua (INA), Autoridad Interjurisdiccional de las Cuencas de los ríos Limay, Neuquén y Negro (AIC), Nestlé Waters Argentina S.A. y Petrobras Energía S.A.

Para mayor información:

info@aapatagonia.org.ar

<http://www.aapatagonia.org.ar/>

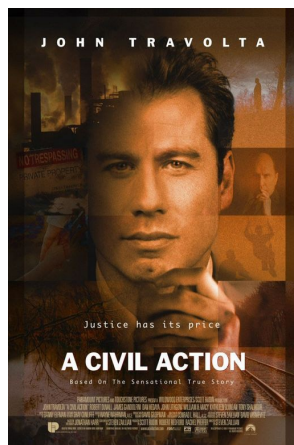


Erin Brockovich, una mujer audaz.

Otras herramientas

Obras musicales (desde un vals como el *Danubio Azul*, folklóricas como *Costera mi costerita*, *Pedro Canoero*, hasta populares o rock como *Agua* (de Los Piojos), pueden ser valiosos recursos didácticos para utilizar en el aula.

Del mismo modo, obras literarias que contengan cuentos o relatos referidos al agua pueden servir de base para desarrollar estrategias de enseñanza-aprendizaje que involucren aspectos transdisciplinarios. Por ejemplo el estudio del estilo literario, el contexto histórico, político, económico, social y geográfico de la obra y del autor/a, cuestiones de género, ambientales, etc. Por sólo mencionar algunas: Como agua para el chocolate (de Laura Esquivel), Agua (de Eduardo Berti), El libro de las mujeres (de Ana María Shua), De este agua no beberé (de Andrés de Claramente y Corroy, Alfredo Rodríguez López-Vazquez), etc.



Una Acción Civil

Igualmente los videos y el cine pueden resultar de gran ayuda.

Revisar periódicos y revistas locales, nacionales y extranjeras (incluso en diferentes idiomas), puede mostrar claramente que muchos de los hechos que se suceden en nuestros días están directa o indirectamente vinculados con el agua. Por lo tanto no necesitamos imaginar futuras guerras, ni tampoco hacer conjeturas extrañas sobre conflictos internacionales, el agua hoy ya es noticia.

Conceptos Hidrológicos Básicos

5

Esta sección contiene una breve y sintética introducción al ciclo del agua y sus principales componentes y procesos, que son materia de estudio en la Hidrología.

El propósito de este apartado es mostrar la dinámica de las masas de agua en nuestro planeta, en contexto donde se desarrollan los fenómenos a escala más local (cuencas), las variables que se miden para acceder al conocimiento de este ciclo natural del agua hasta avanzar en la consideración del ciclo ambiental del agua.

Los temas que se tratan están distribuidos en el siguiente orden:

1. Distribución de agua en el planeta
2. Hidrología y ciclo hidrológico
- Componentes del ciclo hidrológico:
 - a) Precipitación: formas de precipitación, tipos de precipitación
 - b) Evaporación y evapotranspiración
 - c) Infiltración, percolación y aguas subterráneas
 - d) Esguerrimiento superficial, cuenca hidrográfica y aguas superficiales

1. Distribución de agua en el planeta

El agua es uno de los cuatro elementos que el filósofo griego Aristóteles definió como constituyente del universo, junto con el aire, la tierra y el fuego. Es la sustancia más abundante que existe en la tierra y es el principal componente de todos los seres vivos. Constituye un factor decisivo en la climatización del planeta para la existencia humana, la formación de paisajes y en el progreso de los pueblos. Es un bien esencial para la vida y el desarrollo económico social de las naciones. Se trata de un recurso natural renovable que puede tornarse escaso con el crecimiento y desarrollo de la población, las industrias y la agricultura.

La molécula de agua está formada por un átomo de oxígeno y dos de hidrógeno, se congela a 0 °C y su punto de ebullición es 100 °C (Chow,

1994). Tiene propiedades físico-químicas excepcionales, tanto a nivel de molécula como en su interacción con el ambiente. Es considerada solvente universal, es el mejor solubilizante de compuestos inorgánicos, mecanismo fundamental en todos los procesos naturales.

El agua se presenta en la naturaleza en todos sus estados (sólido, líquido y gaseoso) en un espacio llamado hidrósfera⁵.

Las dos terceras partes de la superficie del planeta están cubiertas por agua (*Figura 6*). Si la Tierra fuera una esfera uniforme, esta cantidad sería suficiente para cubrirla hasta una profundidad cercana a 2,6 km.

En la *Tabla 1* se encuentran las cantidades estimadas de agua en las diferentes formas que existen en la Tierra.

2. Hidrología y ciclo hidrológico

La ciencia dedicada al estudio del agua es la Hidrología. Si bien existen muchas definiciones, tal vez la que mejor presenta los alcances de esta ciencia es la propuesta por el Consejo Federal de Ciencia y Tecnología establecido por el presidente de Estados Unidos en 1959:

Hidrología es la ciencia que trata de las aguas sobre la tierra, su ocurrencia, circulación y distribución, sus propiedades químicas y físicas y su reacción con el medio ambiente, incluyendo su relación con los seres vivos. El dominio de la Hidrología abarca toda la historia de la vida del agua en la tierra.

De ello se desprende que la Hidrología es una ciencia interdisciplinaria, ya que se vincula con otras ramas de la ciencia, tales como Física, Química, Geología, Mecánica de fluidos, Matemáticas, Biología, Estadística, entre otras.

5. Incluye los océanos, mares, ríos, agua subterránea, hiel y nieve.





Fuente: Wikipedia (2008) http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/0/05/Land_ocean_ice_cloud_1024.jpg

Figura 6 El 70 % del Planeta está constituido por agua

Agua	Área (10 ⁶ km ²)	Volumen (km ³)	% Agua Total	% Agua Dulce
Océanos	361,3	1.338.000.000	96,5	
Agua Subterránea Dulce	134,8	10.530.000	0,76	30,1
Agua Subterránea Salada	134,8	12.870.000	0,93	
Humedad de Suelo	82,0	16.500	0,0012	0,05
Hielo Polar	16,0	24.023.500	1,7	68,6
Hielo no polar y nieve	0,3	340.600	0,025	1,0
Lagos Dulces	1,2	91.000	0,007	0,26
Lagos Salinos	0,8	85.400	0,006	
Pantanos	2,7	11.470	0,0008	0,03
Ríos	148,8	2.120	0,0002	0,006
Agua Biológica	510,0	1.120	0,0001	0,003
Agua Atmosférica	510,0	12.900	0,001	0,04
Agua Total	510,0	1.385.984.610	100	
Agua Dulce	148,8	35.029.210	2,5	100

Fuente: Chow (1994)

Tabla 1 Cantidades estimadas de agua en la tierra

El ciclo hidrológico es el fenómeno de circulación global del agua producido fundamentalmente por la energía solar, e influenciado por las fuerzas de gravedad y la rotación de la Tierra.

Así, a partir de la recepción de energía solar –que es la fuente de generación exterior– se puede comenzar a describir el ciclo del agua con la generación de vapor de agua hacia la atmósfera por *evaporación* del agua líquida

desde lagos, ríos, océanos, mares y por *evapotranspiración* desde suelos y vegetación. Luego, bajo determinadas condiciones meteorológicas (presión, temperatura y humedad) este vapor se condensa –esto es cambiando nuevamente de estado– formando microgotas de agua líquida que se mantienen suspendidas en el aire debido a la turbulencia natural. El agrupamiento de estas microgotas da lugar a los aerosoles y sucesivamente a la formación de nubes. Luego, a través de la dinámica de las masas de aire (circulación atmosférica) se concreta la principal transferencia de agua atmosférica hacia las masas continentales en forma de *precipitación*.

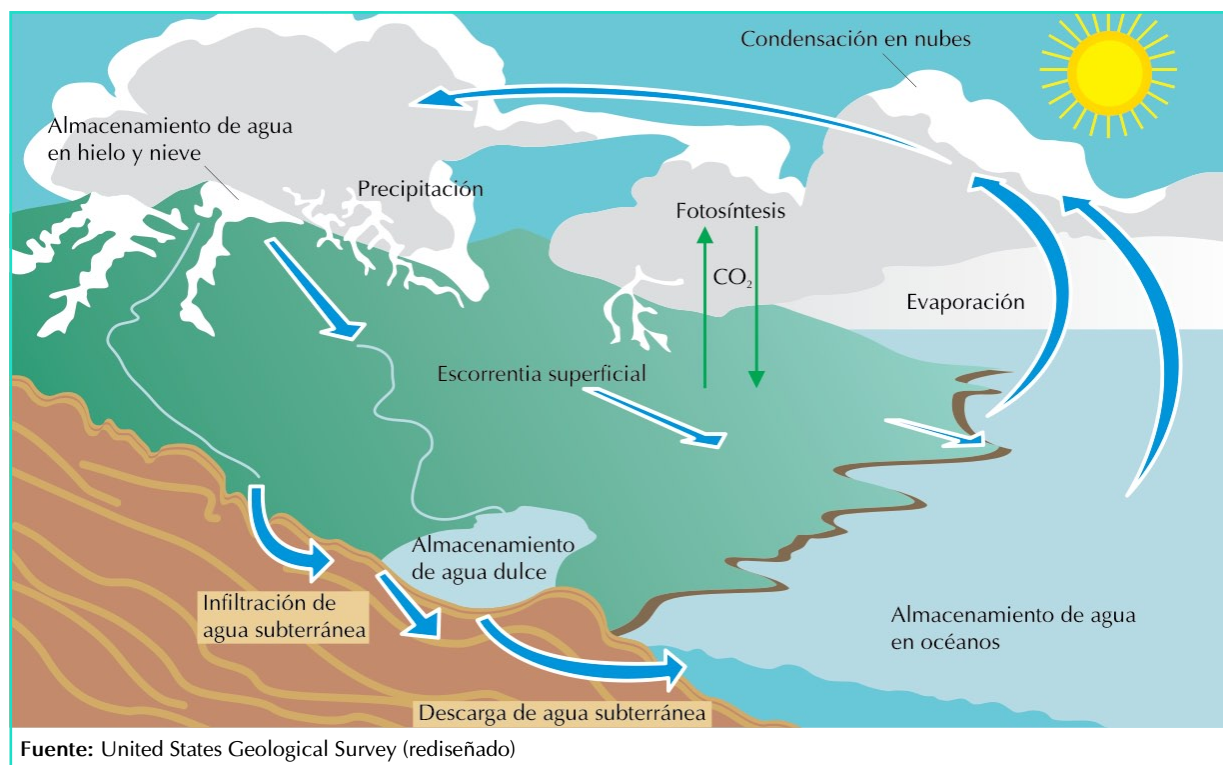


Figura 7 Ciclo del agua en la naturaleza

El agua proveniente de la *precipitación* (en estado sólido y/o líquido) sigue distintos caminos cuando llega a la superficie terrestre en función de las características edáficas, topográficas, fitográficas, urbanas, etc. Puede ser interceptada por la vegetación, convertirse en flujo superficial sobre el terreno (escurrimiento superficial) o infiltrarse en el suelo dando lugar a la formación de acuíferos (aguas subterráneas) que, eventualmente gracias al escurrimiento subterráneo, alimentan ríos, lagos, humedales o descargan directamente en el mar. La mayor parte del agua interceptada y de escorrentía superficial regresa a la atmósfera por el proceso de evaporación. El ingreso de agua al ambiente subterráneo se realiza por el fenómeno de infiltración. Su desplazamiento desde el suelo por las zonas de aireación y saturación, se denomina percolación (su descripción se verá más adelante)⁴.

El ciclo hidrológico no tiene principio ni fin y sus diversos procesos o fenómenos ocurren en forma continua. En la *Figura 7* se ilustra en forma esquemática este ciclo.

Las principales características del ciclo hidrológico son las siguientes (UNESCO, 1986):

- El agua cumple un ciclo en la naturaleza, se encuentra en constante movimiento, desplazándose de uno a otro sitio de almacenamiento y cambiando de estado físico.
- El ciclo es una sucesión de transferencias

y acumulaciones en diferentes medios. Un río lleva agua de un lugar a otro, el mar es una acumulación de agua, la evaporación del agua de mar hacia la atmósfera es una transferencia, etc.

- Los flujos entre almacenamientos no son regulares ni constantes, ni en distribución espacial ni temporal.
- El agua constituye un vehículo fundamental de transporte e intercambio para los seres vivos. En el agua del suelo van disueltos nutrientes que pueden ser transportados hasta las plantas mediante la absorción que de ella hacen las raíces. A su vez, las plantas son consumidas por organismos superiores dando lugar a la cadena alimenticia.
- El tránsito de flujo de agua (en estado líquido o sólido) sobre la superficie, genera una cierta energía, lo que se traduce en un trabajo que modifica el paisaje, modelando la superficie.

Pese a que el concepto de ciclo hidrológico es simple, el fenómeno es complejo. Aunque el volumen total de agua en el ciclo hidrológico global permanece constante, la distribución del agua está cambiando continuamente en océanos y continentes, regiones y cuencas. Pero también, a medida que la civilización progresa,

4. En cursiva se han señalado los fenómenos más importantes que se producen en el ciclo del agua.

Cerca del 97% del agua del planeta se encuentra en los océanos. Esta agua posee elevada salinidad. Pero durante el ciclo hidrológico el agua cambia su composición. La evaporación es en sí un proceso de destilación, es decir que el vapor de agua originalmente no tiene sales. En su recorrido por el aire y en su asociación con los aerosoles, el agua puede cambiar rápidamente su composición.

En la superficie del terreno y en los cursos de agua da lugar a productos de meteorización en forma de soluciones y suspensiones, que dependerán del clima, relieve, propiedades y composición de las rocas.

Una vez introducida en el ambiente subterráneo está sujeta también a cambios en su composición química en función de los estratos geológicos que atraviesa y de la velocidad con que circula.

De allí entonces que se encuentren en forma

natural diferentes calidades de agua y que esta calidad pueda variar naturalmente entre los distintos lugares y también a lo largo del tiempo.

La toma de muestras de agua para su análisis químico, físico y bacteriológico es sumamente importante. Según sean las condiciones de intervención antrópica, los resultados de dichos estudios sirven para:

- conocer las características originales de un cuerpo de agua superficial o subterráneo (fondo natural o línea base), en el caso de áreas sin intervención
- hacer un seguimiento de las modificaciones que pudieran producirse por la intervención del hombre (uso de fertilizantes, descarga de efluentes, vertido de residuos, explotación inadecuada de acuíferos y ríos, etc.) y, eventualmente servir de alerta temprana evitando riesgos para la salud.



Toma de muestra de agua subterránea



Cuadro 6

las actividades humanas introducen modificaciones a este movimiento cíclico y alteran el equilibrio dinámico del *ciclo natural del agua*. Se inician nuevos procesos y eventos, que modifican la distribución espacial, temporal y la calidad del agua (*ciclo ambiental del agua*).

Componentes del ciclo hidrológico

a) Precipitación

La formación de la precipitación requiere la elevación de una masa de agua en la atmósfera de tal manera que se enfríe y parte de su humedad se condense. La condensación requiere de una semilla llamada el *núcleo de condensación*, alrededor del cual las moléculas del agua se pueden unir (Chow, 1994). Si la temperatura se encuentra por debajo del punto de congelamiento, se forman cristales de hielo. En la *Figura 10* se ilustra la formación de precipitación en las nubes.

Algunas partículas de polvo que flotan en el aire pueden actuar como núcleos de condensación. Las partículas que contienen iones son efectivas como núcleos debido a que los iones atraen por electrostática las moléculas de agua enlazadas polarmente. Los iones en la atmósfera incluyen partículas de sal que se forman a partir de la evaporación de espuma marina y compuestos de sulfuro y nitrógeno que provienen de la combustión. Los diámetros de estas partículas varían entre 10^{-3} y $10\ \mu\text{m}$ y se conocen como aerosoles.

Las pequeñas gotas de agua crecen mediante la condensación e impacto con las más cercanas a medida que se mueven por la turbulencia del aire, hasta que son lo suficientemente grandes

para que la fuerza de la gravedad sobrepase la fuerza de fricción y empiezan a caer, incrementando su tamaño cuando golpean otras gotas en su descenso.

Pero, a medida que la gota cae el agua se evapora de su superficie y su tamaño disminuye, de tal manera que el tamaño puede reducirse nuevamente al tamaño de un aerosol y desplazarse hacia arriba en la nube debido a la turbulencia.

Una corriente ascendente de solo 0,5 cm/s es suficiente para arrastrar una gota de 10 μm . El ciclo de condensación, caída, evaporación y elevación se repite en promedio unas diez veces antes de que la gota alcance un tamaño crítico de 0,1 mm, que es suficientemente grande para que caiga a través de la base de la nube.

Las gotas permanecen esféricas hasta un diámetro de alrededor de 1 mm, pero empiezan a aplanarse en el fondo cuando aumenta su tamaño y dejan de ser estables en su caída al atravesar el aire dividiéndose en pequeñas gotas de lluvia. Las gotas de lluvia normales que caen a través de la base de una nube tienen de 0,1 a 3 mm de diámetro.

Formas de precipitación

La precipitación incluye lluvia, nieve y otros procesos mediante los cuales el agua cae a la superficie terrestre, tales como granizo y nevisca.

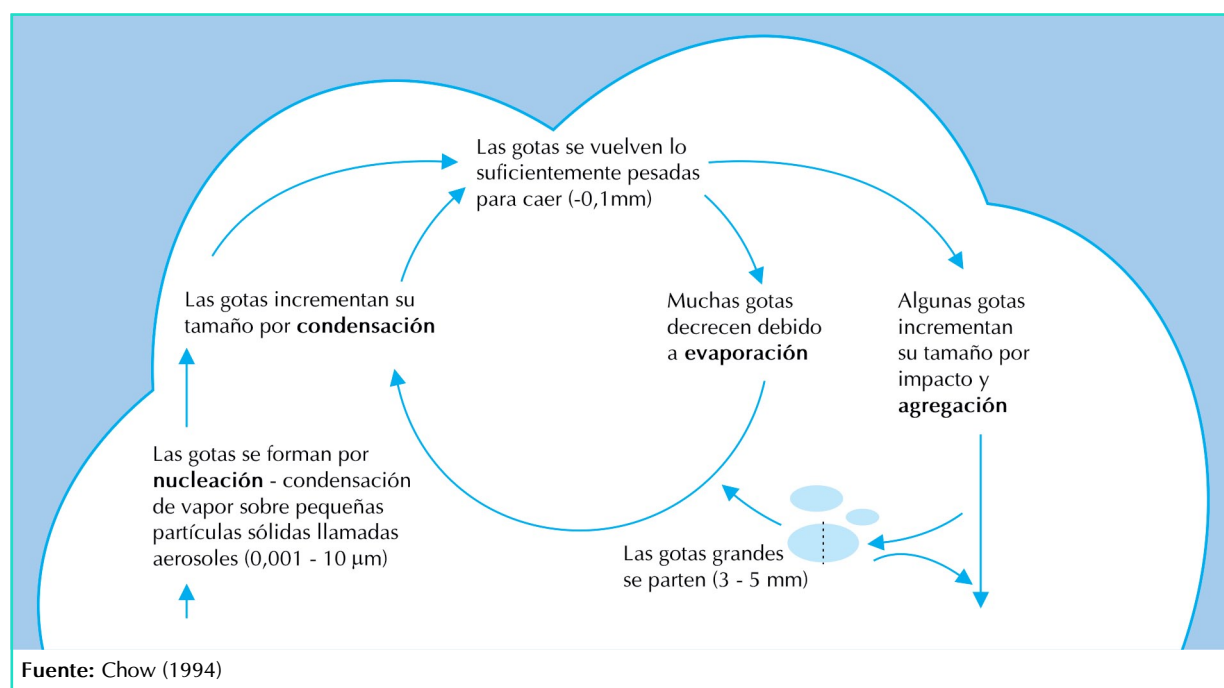


Figura 10 Formación de precipitación en las nubes

Según Linsley y otros (1977), las precipitaciones líquidas o sólidas se presentan en distintas formas:

- **Llovizna:** consiste en pequeñas gotas de agua, con diámetro variable entre 0,1 y 0,5 mm, con velocidad de caída muy baja. Por lo general, la llovizna precipita de los estratos bajos de la atmósfera y muy rara vez sobrepasa el valor de 1 mm/h de intensidad.
- **Lluvia:** consiste en gotas de agua líquida, con diámetro mayor a 0,5 mm. Las *Tablas 3 y 4* presentan las clasificaciones de la lluvia en función de la intensidad de acuerdo a Huschke (1980) y a Remenieras (1974).
- **Escarcha:** es una capa de hielo, generalmente transparente y suave, que contiene bolsas de aire. Se forma en superficies expuestas, por el congelamiento de agua superenfriada que se ha depositado en ella, por llovizna o lluvia. También existe otro tipo de escarcha, que es opaca y consiste en depósitos granulares de hielo separado por aire atrapado. Se forma por el rápido congelamiento de las gotas de agua sobreenfriadas, que caen sobre los objetos expuestos.
- **Nieve:** está formada por cristales de hielos blancos o traslúcidos de forma compleja y aglomerados. Estos conglomerados pueden formar copos de nieve que pueden llegar a tener varios centímetros de diámetro. La densidad de la nieve fresca varía, por lo general, una capa de nieve acumulada de 125 a 500 mm, representan una lámina de agua líquida de 25.0 mm.
- **Bolsitas de nieve:** o granizo suave, son partículas de hielo redondeadas, blancas u opacas, con una estructura similar a la de los copos de nieve y de 2 a 5 mm de diámetro. Las bolsitas de nieve son suaves y se rompen fácilmente al golpear en superficies duras.
- **Granizo:** es precipitación en forma de bolas o trozos irregulares de hielo, que se produce por nubes convectivas, la mayoría de ellas de tipo cúmulo-nimbus. El granizo puede ser esférico, cónico o de forma irregular y su diámetro varía entre 5 a más de 125 mm.
- **Bolas de hielo:** están compuestas de hielo transparente o traslúcido. Pueden ser esféricas o irregulares, y cónica, por lo general, tienen menos de 5 mm de diámetro. Las bolas de hielo rebotan cuando golpean en superficies duras y producen gran ruido en el

momento del impacto. Son granos sólidos de hielo formados por el congelamiento de gotas de agua o por el recongelamiento de cristales de hielo que se han fundido.

Tipos de precipitación

De acuerdo a los fenómenos meteorológicos, las precipitaciones pueden clasificarse en: precipitaciones por convección, precipitaciones orográficas y precipitaciones ciclónicas o de frentes:

- **Precipitaciones convectivas:** son causadas por el ascenso de aire caliente saturado o no, más liviano que el aire frío de los alrededores. Durante su ascenso, las masas de aire se enfrían según un gradiente de 1°C por 100 m (seco) o 0,5°C por 100 m (saturado); cuando alcanza el punto de condensación, se produce la formación de nubes. Si la corriente de convección vertical inicial es intensa, el sistema nuboso puede alcanzar una zona de temperaturas muy bajas o un grado de turbulencia fuerte, que pueden desatar la lluvia. La precipitación convectiva es de corta duración, puntual y su intensidad puede variar entre una llovizna ligera y un aguacero. Son características de las regiones ecuatoriales, donde los movimientos de las masas de aires, son esencialmente verticales. Las nubes se forman durante la mañana bajo la acción de la insolación intensa y por la tarde o al anochecer, se presenta un violento aguacero acompañado de relámpagos y trueno. Durante

Nombre	Características
Muy Suave	Gotas aisladas que no humedecen completamente la superficie
Ligera	Intensidades menores 2,5 mm/h
Moderada	Intensidades entre 2,5 – 7,6 mm/h
Suave	Intensidades mayores 7,6 mm/h

Fuente: Huschke (1980)

Tabla 3 Clasificación de la lluvia según Huschke

Nombre	Características
Ligera	Intensidades entre 1 – 5 mm/h
Fuerte	Intensidades entre 15 – 20 mm/h
Tempestad muy violenta	Intensidades mayores 100 mm/h

Fuente: Remenieras (1974)

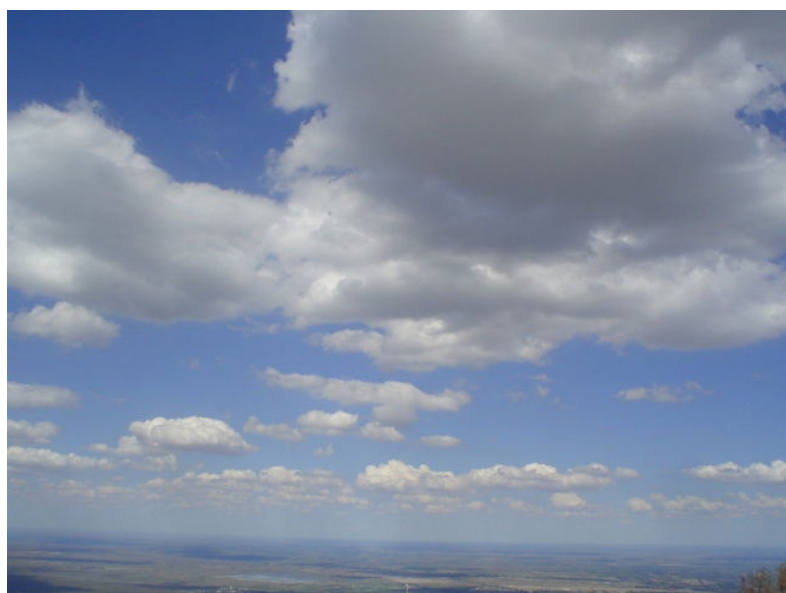
Tabla 4 Clasificación de la lluvia según Remenieras



la noche, las nubes se disuelven y en la mañana, el cielo se presenta generalmente claro. Las precipitaciones convectivas también tienen lugar en la zona templada, en los períodos calientes casi siempre bajo la forma de aguaceros violentos y puntuales.

- *Precipitaciones orográficas:* cuando las masas de aire cargadas de humedad que se desplazan del océano a los continentes encuentran una barrera montañosa, tienden a elevarse y se produce un enfriamiento que puede generar una cobertura nubosa y desatar precipitaciones.

Las precipitaciones orográficas se presentan bajo la forma de lluvia o de nieve en la dirección hacia la que sopla el viento (vertientes sotavento de la barrera montañosa). La obstrucción en el trayecto de las masas de aire húmedo por un macizo montañoso en la dirección desde donde sopla el viento (vertiente a barlovento), produce una zona de pluviosidad débil. El aire al descender sobre esa vertiente se calienta y disminuye su humedad relativa, puede generar un régimen de vientos secos y calientes que da nacimiento a zonas semiáridas o áridas.



Cuando una masa de aire caliente se encuentra con una masa de aire frío, en lugar de mezclarse, aparece una superficie de discontinuidad entre ellas que se llama *frente*.

- *Precipitaciones frontales:* este tipo de precipitaciones están asociadas a las superficies de contacto (frente) entre masas de aire de temperatura y humedad diferentes. La precipitación frontal resulta del

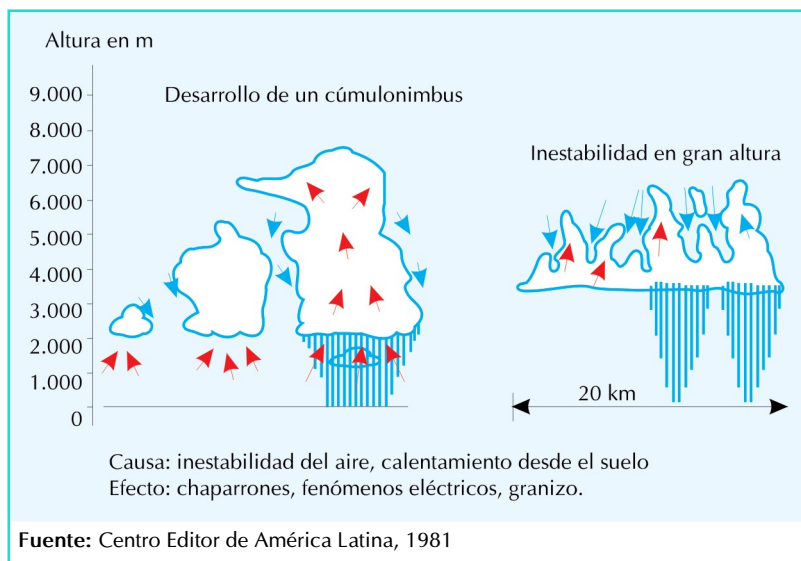


Figura 11 Enfriamiento por ascenso convectivo

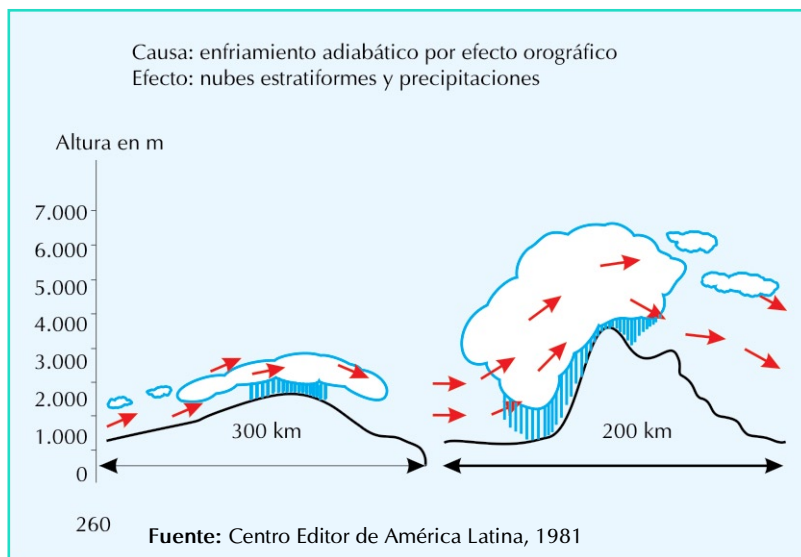


Figura 12 Enfriamiento por ascenso orográfico

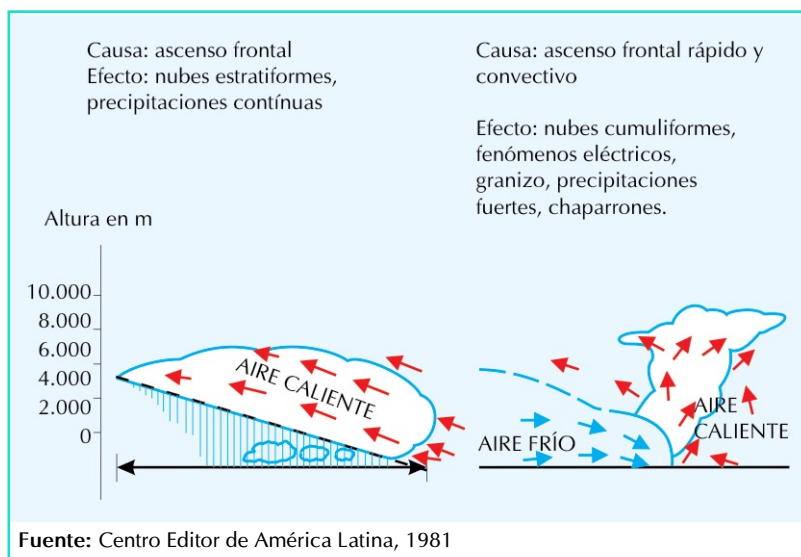


Figura 13 Enfriamiento por ascenso frontal

levantamiento de aire cálido sobre una masa de aire denso y frío. La velocidad de ascenso de la masa de aire caliente es relativamente baja. La precipitación puede extenderse de 300 a 500 km por delante del frente y es generalmente lluvia que varía entre ligera y moderada. La precipitación de frentes fríos es de corta duración, se forma cuando el aire cálido es obligado a ascender por una masa de aire frío en movimiento. Los frentes fríos se mueven más rápidamente que los frentes cálidos y sus superficies frontales son menos inclinadas. Como consecuencia de esto, el aire cálido se eleva más rápidamente y el monto de precipitación es, por lo general, mayor.

Las Figuras 11 a 13 ilustran los tres tipos de precipitación.

La medición de la cantidad de agua caída en una zona se realiza por medio de un instrumento que se llama pluviómetro (Figura 14) y se registra con los pluviógrafos (Figura 15). Se expresa en lámina de agua, comúnmente en milímetros (mm).

Todos los pluviómetros de una misma región deben estar instalados de manera comparable, evitando que el agua se pierda hacia el exterior del instrumento por salpicaduras, por efecto del viento o por evaporación (OMM, 1986). Existen normas internacionales para el emplazamiento de estos dispositivos, por lo que su instalación, control y mantenimiento debe ser realizado por técnicos especializados.



<http://www.meteomontserrat.com/instrumentos/pluvios.JPG>

Figura 14 Pluviómetro



<http://www.meteored.com>

Figura 15 Pluviógrafo

b) Evaporación y evapotranspiración

Se define como evaporación al proceso físico por el cual el agua pasa del estado líquido al gaseoso y representa la tasa neta de transporte de vapor hacia la atmósfera.

El cambio de estado de líquido a vapor se debe a la radiación solar que brinda la energía necesaria para que las moléculas del agua cambien de estado. Además de la radiación solar, las variables meteorológicas que intervienen en la evaporación, particularmente de las superficies libre de agua, son la temperatura del aire, velocidad de viento, tensión de vapor ó humedad relativa del ambiente, determinando el poder evaporante de la atmósfera, que es la capacidad del aire que rodea a la superficie evaporante para admitir vapor de agua.

La evaporación total es la suma de la evaporación de agua libre y la *evapotranspiración*.

La evaporación puede ser de distintas procedencias: evaporación de superficie de agua libre, como ser lagos, tanques, cursos de agua, etc.; evaporación del agua del suelo y transpiración de plantas, que también toman agua del suelo por medio de sus raíces. Estas dos últimas son muy difíciles de cuantificar o estimar en forma separada, por lo tanto se engloban en una sola variable denominada evapotranspiración.

De la precipitación que llega al suelo desde la atmósfera, un gran porcentaje vuelve en forma de evaporación desde ríos, lagos, lagunas, océanos y mares y como evapotranspiración (evaporación desde el suelo y transpiración de las plantas). Otro porcentaje se infiltra y llegará quizás, según las condiciones del suelo, a alimentar su humedad y por percolación alimentará los acuíferos⁶. Otro porcentaje escurrirá sobre la superficie del terreno hasta alcanzar los cauces de los ríos y los mares, para completar así el ciclo hidrológico.

La evaporación es una variables fundamental del ciclo hidrológico, si se tiene en cuenta que aproximadamente el 70% del agua que precipita es devuelta a la atmósfera por dicho proceso.

La *Figura 16* muestra un tanque de evaporación, instrumento que se utiliza para medir la evaporación desde superficies de agua.

Dado que la evapotranspiración resulta la suma de los volúmenes de agua utilizados en los pro-

6. Formación geológica que contiene agua y permite que la misma circule en su interior en condiciones naturales, por lo que dicha agua puede ser explotada en cantidades significativas. Para más información consultar el Manual "Las Aguas Subterráneas" disponible en http://www.sg-guarani.org/microsite/materiales/Manual_Proyecto_SAG.pdf



<http://www.geocities.com/sermetfav/pag-instrumento.htm>

Figura 16 Tanque de evaporación clase "A"

cesos de evaporación del suelo y transpiración de las plantas, es lógico que muchos de los factores, principalmente los factores climáticos, que influyen en la cantidad de evaporación desde una superficie de agua libre, también afecten a la cantidad de evapotranspiración.

Por ejemplo, la intensidad de la radiación solar, la duración de la insolación, condiciones de vientos, humedad relativa, cobertura de nubes, presión atmosférica y otros. Además de los factores climáticos, los factores del suelo y la vegetación también gobiernan los procesos de evapotranspiración.

El tipo, color, densidad y estado de crecimiento de la planta afectan el poder reflectivo y por lo tanto la proporción de la radiación solar entrante y las componentes del intercambio de radiación neta. Similarmente el estado de crecimiento, la densidad y las formas de las plantas afectan a la turbulencia del aire circundante y al intercambio de agua entre la superficie de evaporación y la atmósfera.

Además la luz, el viento y otros factores influyen en la apertura y cierre de las estomas de las plantas de diferentes modos. Estos factores afectan la capacidad que poseen las plantas de transmitir agua desde el sistema de raíces hacia las hojas.

Los factores del suelo predominantes que afectan a la evapotranspiración, son aquéllos que influyen en las cantidades de agua disponible en la superficie del suelo y para las plantas.

Cuando la superficie del suelo esta húmeda, la evaporación está gobernada principalmente por las condiciones atmosféricas. Sin embargo,

cuando esta capa se seca, la tasa de evaporación decrece muy rápidamente y es mayor la influencia de las propiedades del suelo, tales como humedad relativa del aire del suelo, la conductividad capilar y la conductividad hidráulica de la capa superficial.

c) Infiltración, percolación y aguas subterráneas

Se denomina *infiltración* al proceso de entrada de agua a través del suelo⁷ proveniente de lluvia, derretimiento nival o irrigación.

Para que exista infiltración, debe existir:

- a) una fuente de abastecimiento de agua: lluvia, riego o agua acumulada en depresiones.
- b) un receptor de esa infiltración: el suelo, a través de su capacidad de almacenamiento.

Se debe tener en cuenta que el movimiento de agua en el suelo continúa aún cuando ha finalizado el proceso de la infiltración, ya que el agua infiltrada se redistribuye también lateralmente. Una vez que el agua atraviesa el suelo, el proceso se denomina *percolación*.

Según la distribución en profundidad del contenido de agua, es posible distinguir dos zonas en el ambiente subterráneo (*Figura 17*):

- a) *Zona saturada*: está limitada superiormente por el nivel de agua. En esta zona el agua llena completamente todos los espacios (poros) existentes entre los materiales del suelo. Se trata del agua subterránea alojada en el acuífero freático⁸.
- b) *Zona no saturada*: situada entre la superficie freática y la superficie del terreno. La porción superior es la más sometida a evapotranspiración. Está comprendida entre la superficie del terreno y los extremos radiculares de la vegetación (prácticamente es la capa de suelo). La zona inferior es la llamada franja capilar y es la transición a la zona saturada propiamente dicha.

7. El suelo es la primera capa de tierra debajo de la superficie del terreno, normalmente relacionada con la actividad de las raíces de la vegetación. Sufre la acción directa del clima del lugar.

8. Existen diferentes tipos de acuíferos. Para mayor información consultar el Manual "Las Aguas Subterráneas" disponible en http://www.sg-guarani.org/microsite/materiales/Manual_Proyecto_SAG.pdf.

La medición de la profundidad del nivel de agua se realiza con una sonda como la que se presenta en la *Figura 18*. El registro sistemático de estas profundidades aporta importante información sobre las variaciones de la disponibilidad de agua en los reservorios subterráneos y sobre el movimiento del agua en los acuíferos (*escurrimiento subterráneo*).

d) Escurrimiento superficial, cuenca hidrográfica y aguas superficiales

Un río drena un área determinada que se denomina *área de captación o cuenca o cuenca hidrográfica* (*Figura 19*).

Los límites de esta área están definidos por zonas más elevadas del terreno que constituyen las divisorias de agua. El conjunto de todos los cursos de agua (ríos principales, afluentes, tributarios, arroyos, etc.) que confluyen en un curso de agua principal, se denomina *red de drenaje superficial*.

La Cuenca del Plata es un ejemplo de cuenca hidrográfica, donde los ríos Paraná, Uruguay y Paraguay son los principales tributarios al río de la Plata. A su vez, el río Paraná en su tramo medio, tiene importantes cursos que drenan su área de captación, como el río Salado y el Carcarañá en su margen derecha o el Arroyo

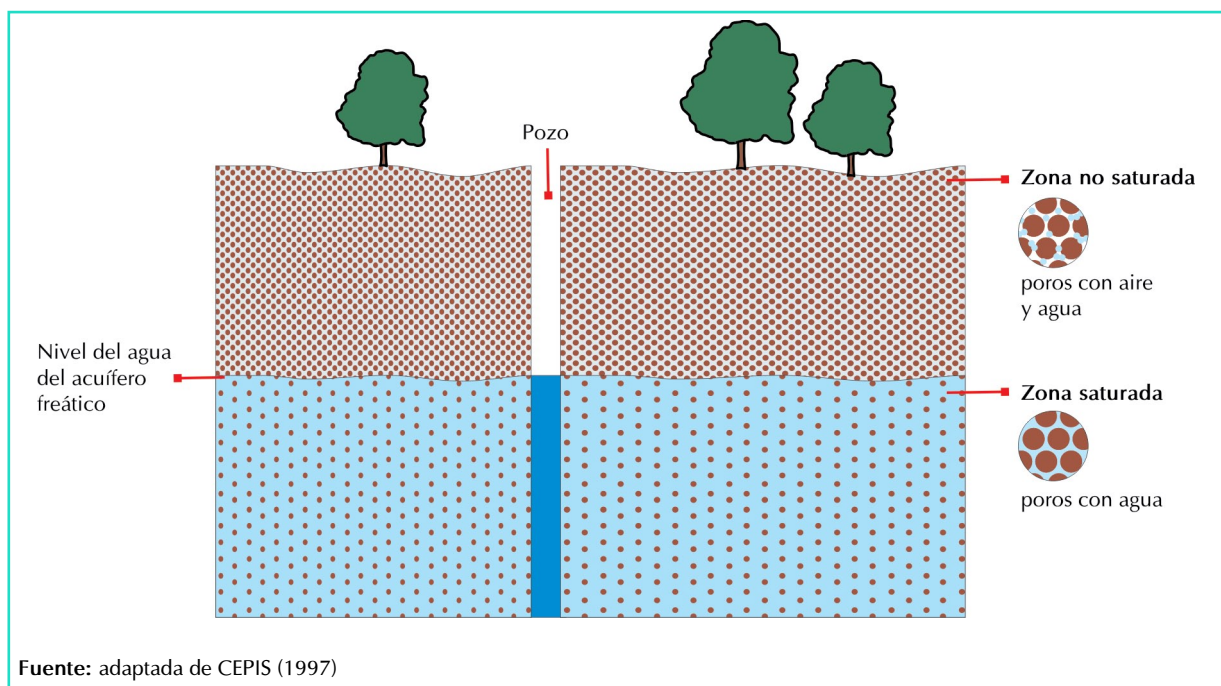


Figura 17 Repartición de agua en el suelo.



Figura 18 Medición de la profundidad del nivel de agua subterránea

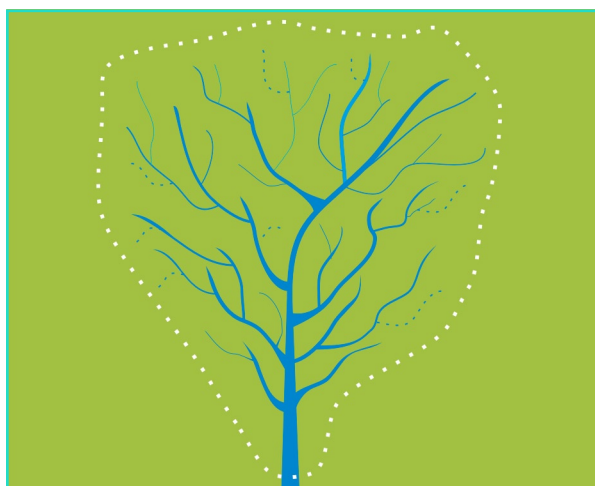


Figura 19 Cuenca hidrológica

Feliciano y el río Guauguay en la margen izquierda.

La cantidad de agua expresada en volumen (litros o m^3) que circula en un lugar de un río (sección) por unidad de tiempo (horas o segundos) se denomina *caudal*.

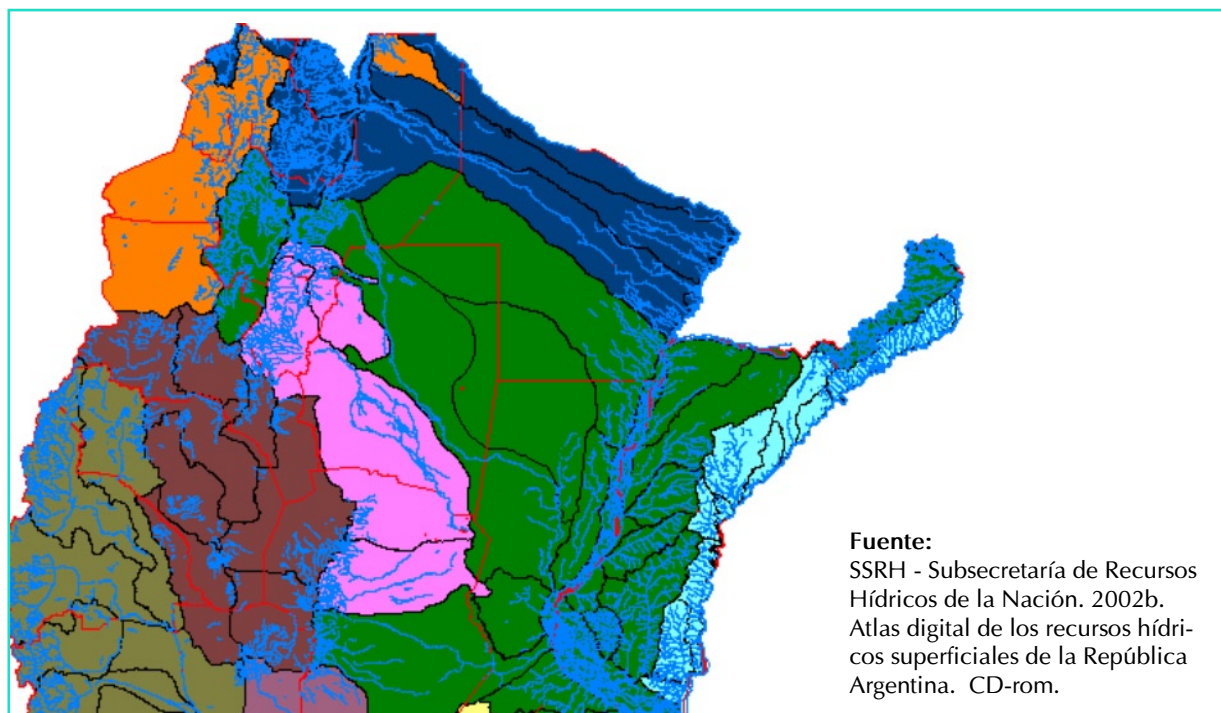
Las *Figuras 20 y 21* muestran instrumentos de que se utilizan para estimar el caudal que está pasando por ese tramo.



Figura 20 **Molinete.** Con este dispositivo se calcula la velocidad del agua en distintos puntos de un tramo de río y con ello se estima el caudal que está circulando por este tramo.



Figura 21 **Escalas hidrométricas.** Permite medir los niveles que alcanza el agua en una sección del río y estimar el caudal en ese tramo del curso de agua.



Fuente:
SSRH - Subsecretaría de Recursos Hídricos de la Nación. 2002b. Atlas digital de los recursos hídricos superficiales de la República Argentina. CD-rom.

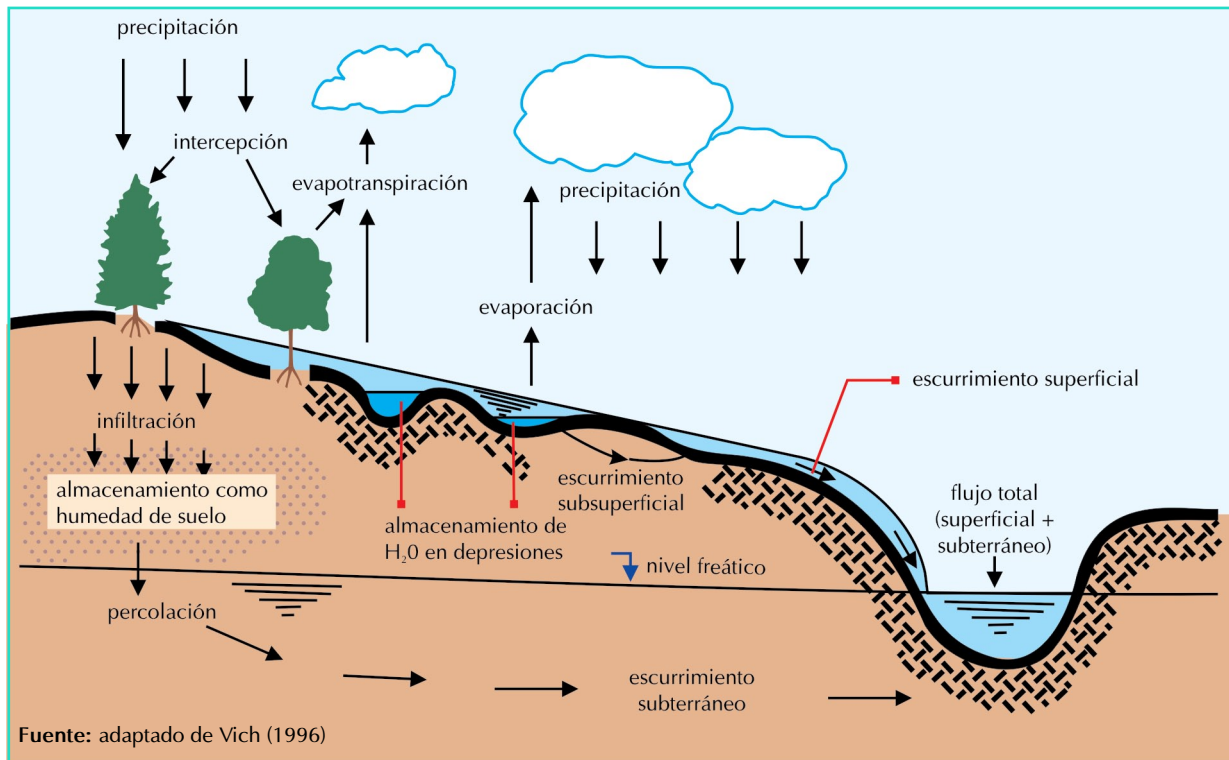


Figura 22 El ciclo hidrológico a nivel de cuenca

BIBLIOGRAFÍA

Aguayo C. 2007. *Las profesiones modernas: dilemas del conocimiento y del poder*. Espacio. Buenos Aires.

Busquets D., Sastre G. y otros. 1993. *Los temas transversales*. Santillana. Madrid.

Cap-Net – Capacity Building for Integrated Water Resources Management. 2005a. *Planes de gestión integrada del recurso hídrico manual de capacitación y guía operacional*. 109 pp.

Cap-Net - Capacity Building for Integrated Water Resources Management. 2005b. *Key concepts of local level IWRM. Learning workshop on local level IWRM*. Cairo, Egypt, 3-8 May 2005

Centro Editor de América Latina. (1982). *Atlas Físico de la República Argentina*.

CEPIS – Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria, Associação Brasileira do Águas Subterrâneas do núcleo Minas Gerais, Companhia de Saneamiento do Minas Gerais (COPASA MG) 1997. *Águas subterrâneas: um valioso recurso que requer proteção*.

Chow V., Maidment D., Mays L. 1994. *Hidrología Aplicada*. Editorial McGraw Hill.

COHIFE – Consejo Hídrico Federal. 2004. Síntesis de la presentación a realizar por el COHIFE. Taller de *Gestión integrada de inundaciones*. Santa Fe, Argentina, octubre de 2004.

Custodio E. y M. Llamas. 1976. *Hidrología subterránea*. Editorial Omega. Barcelona, España.

Delors, J. 1994. *Los cuatro pilares de la educación en La educación encierra un tesoro*. El Correo de la UNESCO, pp. 91-103.

Díaz E. y otros. 1994. *La producción de los conceptos científicos*. Biblos. Buenos Aires.

Díaz E. y otros. 2000. *La posciencia. El conocimiento científico en las postrimerías de la modernidad*. Biblos. Buenos Aires.

Ferrer Veliz H. 1985. *Cuencas. Aproximación al análisis de los sistemas hidrográficos*. Barquisimeto, Fondo Ed. Ecosmos.

Fleming, G. 1977. *Computer Simulation Techniques in Hydrology*. Elsevier Environmental Science Series. New York.

GWP - Asociación Mundial del Agua. Comité del Consejo Técnico (TAC). 2000. *Manejo Integrado de los Recursos Hídricos TAC 4*, Estocolmo. 80 p.

GWP - Asociación Mundial del Agua - Comité del Consejo Técnico (TEC), con la colaboración del Ministerio de Asuntos Exteriores de Noruega. 2005. *Estimulando el cambio: Un manual*

para el desarrollo de estrategias de gestión integrada de recursos hídricos (GIRH) y de optimización del agua. 52 pp.

Huschke R. 1980. *Glossary of Meteorology*. Boston. American Meteorological Society.

Indij D. 2007. Apuntes del Curso-Taller Introducción a la Gestión Integrada de Recursos Hídricos. Red Latinoamericana de Educación y Capacitación en Gestión Integrada de los Recursos Hídricos (LA-WETnet) y el Proyecto MASAL. Cuzco, Perú, octubre de 2007.

Linsley R., Kholer M., Paulus J. 1977. *Hidrología para ingenieros*. Bogotá. MacGraw-Hill Latinoamericana.

Max-Neef M. 2005. *Foundations of transdisciplinarity*. Ecological Economics 53 (2005) 5– 16.

Nicolescu B. *The transdisciplinary evolution of learning*. http://www.learndev.org/dl/nicolescu_f.pdf

OMM – Organización Meteorológica Mundial (Guía N 168). 1984. *Guía de prácticas hidrológicas*. Volumen I Adquisición y proceso de datos.

Remenieras G. 1974. *Tratado de Hidrología aplicada*. Barcelona. Ed. Técnicos Asociados.

SSRH - Subsecretaría de Recursos Hídricos de la Nación. 2002. Texto aprobado en el “Encuentro Nacional de Principios Rectores de Política Hídrica de la República Argentina” - Buenos Aires - Diciembre de 2002a.

SSRH - Subsecretaría de Recursos Hídricos de la Nación. 2002b. *Atlas digital de los recursos hídricos superficiales de la República Argentina*. CD-rom.

SSRH–COHIFE - Subsecretaría de Recursos Hídricos de la Nación - Consejo Hídrico Federal. 2006. *Plan Nacional Federal de los Recursos Hídricos*. 72 pp.

Tucci C. 1993. *Hidrología. Ciencia y Aplicación*. Asociación Brasileira de Recursos Hídricos-ABRH.

UNESCO-ROSTLAC. 1986. *Agua, vida y desarrollo*. Manual de uso y conservación desagua en zonas rurales de América Latina y el Caribe. Montevideo. Proyecto Regional Mayor para la utilización y conservación de los recursos hídricos en áreas rurales de América Latina y el Caribe.

Vich A. 1996. *Aguas continentales – Formas y Procesos*. Manual de aplicaciones Prácticas.

Nota: todos los sitios web indicados en el texto se señalan conforme a su ubicación actualizada a abril de 2008. Debido a ello, las direcciones consignadas pueden sufrir modificaciones. No obstante, se sugiere al lector/a que utilice la dirección primaria para vincularse al sitio de inicio y/o el nombre de las instituciones como criterio de búsqueda.

Las Miradas del Agua buscan dirigir la atención hacia nosotros mismos. ¿Qué podemos ver en el agua? y ¿qué podemos ver de nosotros mismos en el modo en cómo gestionamos, usamos y compartimos el agua?

Vemos en el agua un elemento noble, transparente, que se adapta a todas las superficies, a todas las formas y recipientes, y a todos los estados. Las aguas en un río no discriminan cuáles orillas bañar y cuáles no. Tampoco discrimina el agua a qué ecosistemas alimentar y a cuáles no.

El agua, que actúa como espejo nos muestra en su reflejo quiénes somos. Cuando la encontramos limpia, nos podemos ver parados, delante de ella. Cuando está sucia, se sacrifica, aceptando nuestra contaminación para que veamos las consecuencias de nuestros actos.

Las Miradas del Agua hacen referencia a la oportunidad de incorporar la plasticidad natural del agua para acercarnos de manera transversal a un sin fin de actividades humanas que todas se relacionan con el agua. Podemos ver la acción del ser humano y aprender a ser más humanos si vemos cómo nos compartamos frente al agua.

En las escuelas y colegios la Hora del Agua es un momento en donde podemos acercarnos al agua desde cada una de las materias; la hora del agua es la oportunidad que nos da el agua para encaminar el desarrollo humano (ya que como se verá en los contenidos, el agua está presente en todas las actividades humanas).

Este material educativo fue pensando para apoyar las actividades de enseñanza que ya se están desarrollando en las aulas. Se basa en los conocimientos y experiencias que maestros y profesores tienen con el objetivo de apoyar y optimizar estas inmensas capacidades.

ISBN 978-987-657-085-5

