

Secundaria

MANUAL PARA DOCENTES

Conservación y uso sostenible
del servicio ecosistémico agua



INSTITUTO COSTARRICENSE DE
ACUEDUCTOS Y ALCANTARILLADOS



Contenido

Presentación	4
Introducción	5
A los docentes	7
Glosario	9
MÓDULO 1	
El agua	13
MÓDULO 2	
Cuencas hidrográficas	25
MÓDULO 3	
Gestión del recurso hídrico	37
MÓDULO 4	
Uso sostenible del recurso hídrico	45
Anexo 1	53
Anexo 2	55
Referencias bibliográficas	57

Autor: José Molina

Ilustraciones: Jimmy Zúñiga y Dora Arce

Coordinador Editorial: Ronny Hernández

Edición: Diana Ávila

Diseño gráfico y diagramación: Esteban Ocampo, Cristian Granados

Equipo técnico de revisión de contenido: Alejandro Calvo, Annia Cordero

Revisión de contenido científico:

Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillados (AyA)

©Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillados

2014

PRESENTACIÓN

El programa de herramientas educativas sobre la conservación y el uso sostenible del servicio ecosistémico agua del Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillados (AyA) está dirigido a estudiantes y docentes de secundaria del sistema educativo formal, como material de apoyo para promover aprendizajes y valores relacionados con el recurso hídrico de Costa Rica.

Como parte del proyecto se han desarrollado cuatro módulos de formación y aprendizaje con sus respectivos manuales de facilitación, en total son ocho documentos dirigidos a fomentar valores y fortalecer conceptos clave en la gestión integrada del recurso hídrico.

Este proyecto cuenta con un portal de apoyo en la página *web* del AyA, que contiene actividades educativas que promoverán, junto con este manual, la enseñanza y el aprendizaje para la conservación y el uso sostenible del servicio ecosistémico agua.

El material educativo sirve de apoyo a los objetivos de aprendizaje en áreas del saber tales como Ciencias, Biología, Estudios Sociales, Educación Cívica y Educación Artística, vinculadas de una u otra manera al tema del medio ambiente y el recurso hídrico.

Debe aclararse que su intención no es sustituir los libros que utilizan los docentes en los colegios como parte de su labor, sino ser una herramienta de apoyo con información actualizada sobre el servicio ecosistémico agua.

Estos manuales también constituyen instrumentos de referencia y consulta básica para todas aquellas personas e instituciones interesadas en los temas relacionados con el recurso hídrico y el agua para consumo humano.

INTRODUCCIÓN

El agua es la base de la vida en la Tierra, sin ella no podrían existir los seres humanos, animales, plantas y demás organismos que habitan los diferentes ecosistemas.

El agua es el medio donde se originó la vida en el planeta y en el cual evolucionaron desde formas simples las plantas y los animales y es el elemento que permite que los ecosistemas funcionen en el llamado “planeta azul”: la Tierra.

Para la sociedad, el agua dulce es el bien máspreciado y tiene un valor económico, ambiental, cultural y social como un recurso natural que provee una gran diversidad de servicios ecosistémicos. El agua permite satisfacer las necesidades básicas de las personas, favorece la salud y la producción de alimentos y energía. Las abundantes fuentes de agua con que cuenta nuestro país han impulsado su desarrollo social, cultural y económico.

No obstante, aunque aproximadamente el 70% de la superficie del planeta está constituido por agua, lo cual significa que es el elemento más abundante en la Tierra, únicamente el 2,5% es agua dulce, y de ésta menos del 1% es accesible para el consumo humano. El resto (97,5%) corresponde a los mares y océanos, por lo tanto es agua salada.

Hoy en día existe una gran demanda de agua dulce o potable por parte de la sociedad y es un recurso que se encuentra amenazado por varios factores que nos hacen enfrentarnos a una crisis en este campo, la cual repercute en el modelo de desarrollo nacional y exige una buena gobernanza y la gestión integrada del recurso hídrico, caracterizada por la activa participación ciudadana.

Por ello, el Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillados (AyA) propone enriquecer el proceso educativo dotando a los docentes y estudiantes de este material educativo, el cual procura que los jóvenes comprendan el mundo en el que viven y promover en ellos el aprendizaje a través de experiencias significativas que

les permitan desarrollar actitudes responsables que conduzcan a la conservación del medio ambiente y los recursos naturales, como el agua.

Se espera que los estudiantes lleven el mensaje hasta sus hogares y de esta manera el efecto multiplicador se propague en la población costarricense.

Este manual consta de cuatro módulos que orientarán el camino del aprendizaje de los educandos, partiendo del concepto del agua como recurso natural en los ecosistemas, para transitar por temáticas como la importancia del ciclo del agua, las cuencas hidrográficas con que cuenta el país, la gestión y el uso sostenible del recurso hídrico, la importancia de los valores para crear una nueva cultura del agua y los buenos hábitos de ahorro e higiene.

Se sugiere promover el uso controlado de las herramientas tecnológicas (celular o computadoras con acceso a internet) para el desarrollo de las actividades que impliquen investigación. También en la medida que sea posible, organizar junto con los estudiantes giras de campo a Áreas Silvestres Protegidas o espacios recreativos cercanos, siguiendo los protocolos y permisos necesarios que soliciten los padres de familia y el Ministerio de Educación Pública.

A LOS DOCENTES

El trabajo que realizan ustedes en el proceso educativo es la clave del cambio y la gran oportunidad de ser parte de una transformación emergente, que busca generar valores y conciencia en los estudiantes de secundaria, preparándolos para la vida en la sociedad actual.

La tarea de formular preguntas que estimulen la curiosidad y la actividad reflexiva constituye la base generadora de conocimientos y aprendizajes, los cuales hacen del proceso educativo una experiencia diferente y gratificante.

Su labor mediadora en la construcción del conocimiento en sus estudiantes conlleva el ineludible compromiso de estimular grandes transformaciones culturales orientadas a una sociedad más sostenible, basada en mejores relaciones entre las personas y la naturaleza.

Este manual busca que los estudiantes puedan construir y desarrollar sus aprendizajes a partir de las experiencias y reflexiones generadas desde los conceptos clave incluidos en los diferentes módulos y su aplicación práctica.

El enfoque ambiental

El enfoque educativo ambiental que se propone considera la necesidad de que los jóvenes se interesen por redescubrir su mundo y el entorno natural, construyendo sus respuestas, y en ese proceso comprendan el complejo de relaciones que existe entre la vida personal, la cultura local y la naturaleza. Esto les dará una visión más integral que les permita una mejor comprensión del escenario socioambiental en el que se desenvuelven.

El espacio educativo

Este material pedagógico busca invitar a los docentes a que amplíen el espacio educativo a través de actividades fuera del aula, en espacios naturales dentro de ella o en la comunidad.

El propósito fundamental es promover el aprendizaje interactivo desde la cotidianidad local, para fomentar el desarrollo de las capacidades de observación y comunicación entre todos los actores de la comunidad educativa.

En consecuencia, los contenidos se abordan a partir de situaciones conocidas o familiares para los jóvenes, de tal manera que cobren relevancia para un aprendizaje efectivamente significativo.

El enfoque pedagógico

Este manual busca que los estudiantes de secundaria puedan construir y desarrollar sus aprendizajes a partir de las experiencias y reflexiones generadas desde los conceptos clave incluidos en los módulos y su aplicación práctica.

Por ello es fundamental que el cuerpo docente valore que las personas se apropien del conocimiento siempre y cuando el aprendizaje:

- resuelve cuestiones vivenciales.
- se obtiene mediante ejercicios prácticos y de manera colaborativa
- es revisado, valorado y ajustado a las circunstancias.

Además, cuando se desarrollan las herramientas de aprendizaje es necesario recordar que:

- El estudiantado tiene conocimientos previos y expectativas particulares, y es a partir de un abordaje constructivista que se potencia la capacidad de crear y co-crear, en el que cada persona aprende desde su propia realidad.
- Las personas que estudian aprenden de forma diferente; así, por ejemplo, mientras que unas lo hacen por observación, otras lo hacen escuchando o haciendo. Por lo tanto, durante las actividades de enseñanza-aprendizaje se recomienda facilitar los contenidos considerando que existen distintas formas de aprender.
- El aprendizaje involucra el entorno cultural y el entorno social.

Debe aclararse que el lenguaje utilizado en este manual no contempla la diferencia de géneros (masculino y femenino), en aras de lograr un estilo de redacción más amigable y que no representa ningún tipo de discriminación.

GLOSARIO

Acuífero: Es un espacio rocoso por donde se filtra, se almacena y se transporta el agua bajo el suelo.

Aforo: Es la forma de medir la cantidad de agua que pasa por un punto fijo de un riachuelo, quebrada o río en un tiempo determinado.

Ambiente (medio ambiente): El ambiente puede definirse como un conjunto dinámico de relaciones entre elementos sociales y naturales, que interactúan de manera permanente y producen cambios en las condiciones previas existentes en un lugar y en un momento determinados.

Biodiversidad: Es toda la variedad de especies de animales y plantas, microorganismos, procesos y sistemas ecológicos de una región, continente o biosfera (Mata y Quevedo, 2005).

Cambio climático: Es un fenómeno atribuido directa o indirectamente a la actividad humana, que altera la composición de la atmósfera mundial y se suma a la variabilidad natural del clima observada durante períodos de tiempo comparables (Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático).

Calentamiento global: Aumento progresivo y gradual de la temperatura de la superficie terrestre y acuática. Se considera que es el resultado de las actividades humanas no planificadas y la ausencia de acciones preventivas.

Capilaridad: Propiedad física del agua por la que esta puede avanzar a través de un canal minúsculo (desde unos milímetros hasta micras de tamaño), siempre y cuando el agua se encuentre en contacto con ambas paredes de este canal y estas paredes se encuentren suficientemente juntas.

Ciclo del agua: Ciclo hidrológico. Describe el movimiento del agua en la naturaleza en sus estados líquido, sólido y gaseoso.

Condensación: Cambio de estado del agua, que por acción del frío pasa de gas (vapor) a líquido.

Conservación: La conservación, en su acepción contemporánea, es la administración del uso humano de la biosfera, de manera que se produzca el mayor y sostenido beneficio para las generaciones actuales, pero que mantenga su potencialidad de satisfacer las necesidades y aspiraciones de las generaciones futuras.

Cuenca: Región o área de drenajes en la que se recogen las aguas llovidas que sobre ella caen, dirigiéndolas por las corrientes a otros ríos, lagos o mares (Mata y Quevedo, 2005).

Daño ambiental: Son las pérdidas, disminución o menoscabo significativo que sufren los componentes del ambiente y que deterioran la calidad de vida de las personas, afectando también a los demás seres vivos.

Ecosistema: Conjunto de especies de un área geográfica determinada que interactúan entre sí y con otros elementos no vivos de su ambiente.

Efecto invernadero: Fenómeno natural que retiene calor en la atmósfera, cerca de la superficie terrestre. Ocurre cuando parte del calor que fluye desde la superficie de vuelta hacia el espacio es absorbido por el vapor de agua, el dióxido de carbono, el ozono y muchos otros gases que hay en la atmósfera y se vuelve a irradiar hacia la superficie terrestre. Probablemente es la principal causa del calentamiento global (Kappelle, 2008).

Elementos biofísicos: Son aquellos elementos dentro de la cuenca que podemos observar o sentir como el suelo, el agua, el clima, las plantas, animales y microorganismos como los hongos y las bacterias.

Evaporación: Cambio de estado del agua que por acción del calor pasa de líquido a gas (vapor).

Evapotranspiración: Es la suma del agua evaporada de los mares, lagos, lagunas y ríos, más el agua que se evapora por medio de la transpiración (sudor) de las plantas.

Flora: Conjunto de especies vegetales que habitan un territorio o una región geográfica.

Fauna: Conjunto de especies animales que habitan un territorio o una región geográfica.

Gestión: Son los procesos y acciones necesarios para lograr los recursos humanos, económicos, logísticos y administrativos que se necesitan para el manejo integrado, en este caso, de los recursos hídricos.

Gobernanza: Proceso de toma de decisiones y su implementación, en la cual participan actores tanto de los gobiernos en sus distintas instancias de decisión como la sociedad civil (asociaciones, organizaciones no gubernamentales, movimientos sociales, empresa privada).

Hábitat: Es el lugar que presenta las condiciones apropiadas para que viva un organismo, una especie o una comunidad animal o vegetal.

Hidrante: Equipo que tiene la capacidad de suministrar una gran cantidad de agua. En Costa Rica, por ejemplo, lo utilizan los bomberos para apagar incendios.

Hidrómetro: Instrumento que permite medir el caudal, la velocidad o la fuerza de los líquidos, como el agua, que se encuentran en movimiento.

Humedad del suelo: Es la cantidad de agua que hay en el suelo.

Intensidad de precipitación: Es la cantidad de agua de lluvia que cae en un período de tiempo.

Manejo de recursos naturales: Es el aprovechamiento o uso directo que las personas hacen de la naturaleza. Implica tanto administrar y aprovechar estos recursos como recuperarlos y protegerlos para usos futuros.

Ósmosis: Es un fenómeno físico relacionado con el paso del agua a través de una membrana semipermeable que separa dos medios que se diferencian en su concentración salina, de tal forma que siempre pasa el agua desde el medio de menor concentración al de mayor concentración, sin gasto de energía. Es un proceso muy importante en la fisiología celular, determinante del movimiento del agua en los sistemas biológicos.

Percolación: Es el proceso por el cual el agua atraviesa el suelo y llega a las zonas más profundas.

pH: La escala de pH es un método para representar cuán ácida o básica es una sustancia. El pH indica el grado de acidez o basicidad de una solución y se mide por la concentración del ion hidrógeno. Los valores de pH están comprendidos en una escala de 0 a 14, el valor medio es 7 y corresponde a una solución neutra, por ejemplo, el agua; los valores que se encuentran por debajo de 7 indican soluciones ácidas y valores superiores corresponden a soluciones básicas o alcalinas.

Precipitación: Cualquier forma en que caiga el agua de las nubes. Puede ser por medio de lluvia, nieve o granizos.

Problemas ambientales: Situaciones que inciden negativamente sobre la sociedad y la naturaleza y degradan los recursos naturales, afectando el aire, el suelo, el agua y el clima, la flora y la fauna, con los consiguientes daños ambientales.

Servicios de los ecosistemas: Son los beneficios que las personas obtienen de los ecosistemas.

Sobreexplotación: Cuando se extraen recursos naturales más rápido de lo que estos tardan en reponerse.

Transpiración: Salida de vapor de agua de las plantas hacia el ambiente.

Módulo 1

El agua

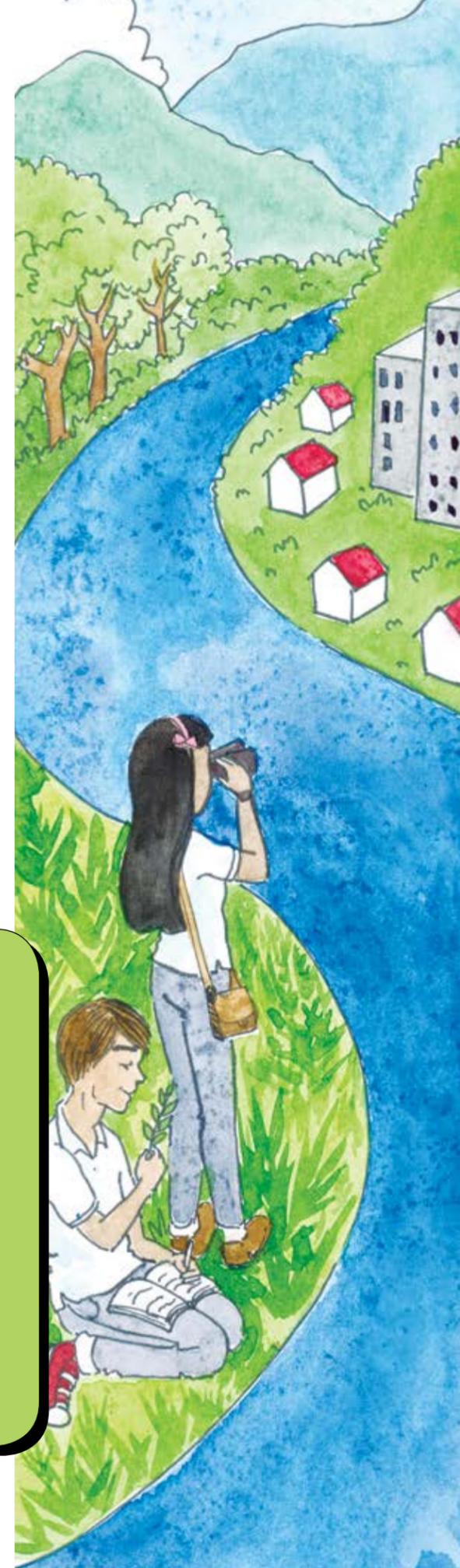
Objetivos de aprendizaje:

Comprender la importancia que tiene el agua como recurso natural en los ecosistemas.

Conocer la importancia del agua como un servicio ecosistémico.

Comprender la importancia del ciclo del agua para la vida en el planeta.

Conocer sobre las propiedades físicas y químicas del agua.



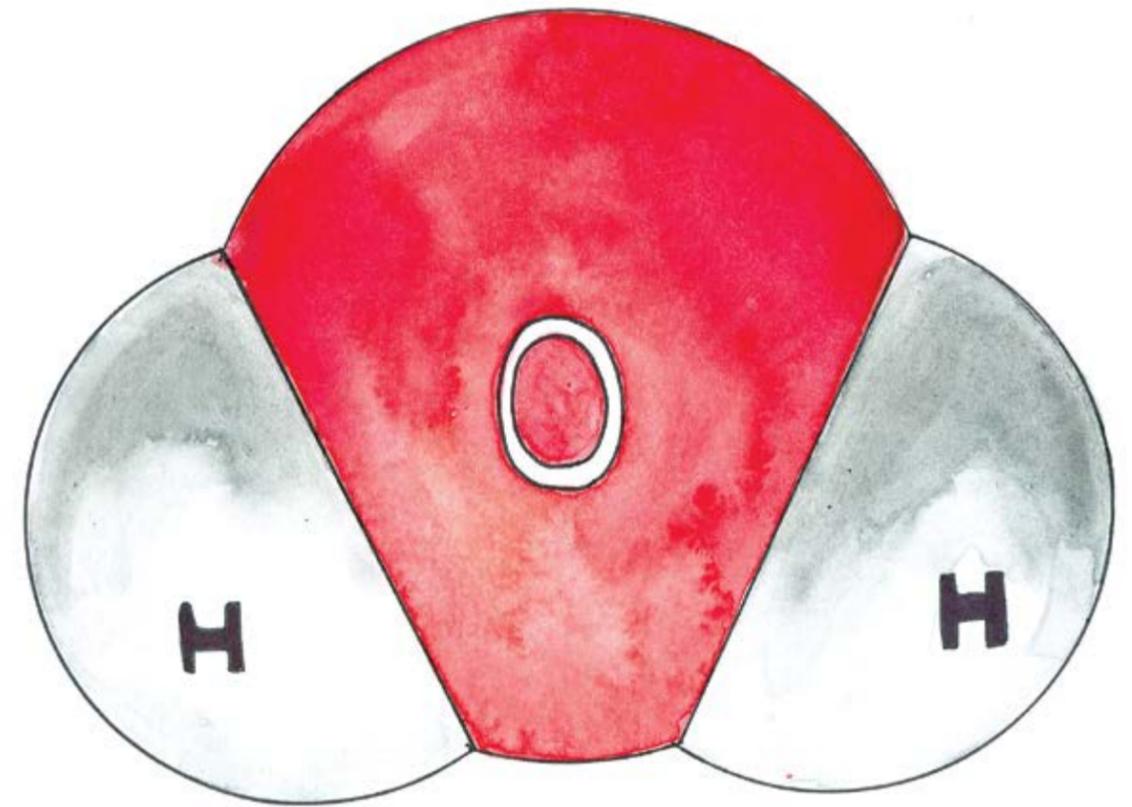
El origen creador del agua

“El agua es el elemento primordial de la vida”. Sin agua no hay vida. Toda la aventura de la vida en la Tierra se inició allí. Hace unos 4 000 o 3 500 millones de años, en el Precámbrico temprano, cuando la temperatura de la superficie de la Tierra descendió por debajo de los 100° C, el agua comenzó a precipitarse en forma de lluvias torrenciales y simultáneamente surgió de las profundidades de las fuentes termales y de los volcanes, como un exudado de la corteza terrestre, para crear los océanos primitivos y preparar las condiciones necesarias para el surgimiento de la vida a través de dos hechos cruciales: la construcción de la atmósfera, a partir de la combinación de vapor de agua, dióxido de carbono y oxígeno; y la síntesis de las primitivas moléculas atmosféricas, que condujeron a la formación de las grandes moléculas orgánicas capaces de replicarse. Muy lentamente, debieron transcurrir miles de millones de años para que el vapor de agua, el dióxido de carbono y el oxígeno crearan el **efecto invernadero** que aisló y protegió la superficie terrestre de las radiaciones ultravioleta del sol y volvió los climas más tibios y cálidos, creando las condiciones climáticas favorables para la emergencia de la vida” (Fairbridge 1982, p. 236).

El agua

El agua es el líquido más abundante en la Tierra, el recurso natural más importante y la base de toda forma de vida. Por eso podemos afirmar que cualquier clase de vida en nuestro planeta siempre necesita agua. Este líquido se encuentra en un gran porcentaje en la composición de los organismos, tanto dentro como fuera de las células, además todas las reacciones biológicas ocurren en un medio acuoso.

La estructura del agua es sencilla: está formada por un átomo de oxígeno, que tiene carga negativa, y dos átomos de hidrógeno, que tienen carga positiva. Esta cualidad la convierte en una molécula polar, ya que tiene un extremo positivo y otro negativo.



El agua no tiene color, sabor ni olor y se le conoce como el “solvente universal” porque disuelve más sustancias que cualquier otro líquido; esta propiedad se debe a su capacidad de formar puentes de hidrógeno con otras sustancias, ya que estas se disuelven cuando interactúan con las moléculas polares del agua. Esto significa que a donde esta vaya en el planeta, lleva importantes sustancias químicas, minerales y nutrientes necesarias para la vida. Para los seres vivos, esta capacidad disolvente es la responsable de dos funciones importantes: la primera, es el medio en el que transcurre la mayoría de las reacciones del metabolismo, con el aporte de nutrientes y la segunda, favorece la eliminación de desechos se realizan a través de sistemas de transporte acuosos.

El agua pura es neutral (**pH. 7**), lo cual significa que no es ácida ni básica.

En nuestro planeta el agua existe en tres estados: sólido, como el hielo o la nieve, líquido, como la lluvia, y gaseoso, como el vapor de agua que forma las nubes.

Estas cualidades hacen que el agua sea un recurso fundamental para el funcionamiento de los ecosistemas, que a la vez contribuyen a mantener la riqueza de la **biodiversidad** del planeta.

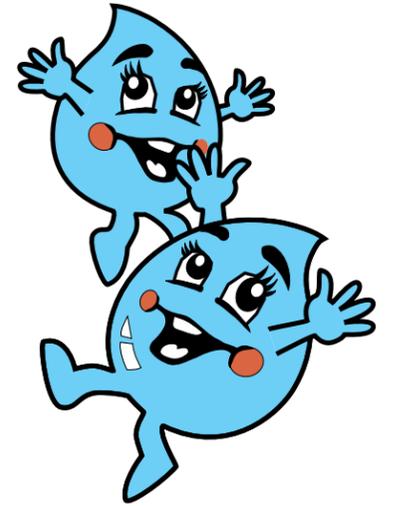
El agua en el planeta

El agua ocupa tres cuartas partes de la superficie de la Tierra; se encuentra en los océanos, mares, ríos, lagos, pozos, glaciares, en los **acuíferos** bajo la superficie terrestre y en los seres vivos, como los humanos.

Aunque el planeta cuenta con 35,2 millones de kilómetros cúbicos de agua, presente en diferentes formas y espacios, el agua dulce disponible representa únicamente el 2,5% del total. El 69,7% del agua dulce está congelado en los polos, el 30% es agua subterránea y el 0,3% lo encontramos en ríos y lagos. En otras palabras, podemos decir que si toda el agua fuese 100 litros, solo tres vasos estarían disponibles para la vida en el planeta.

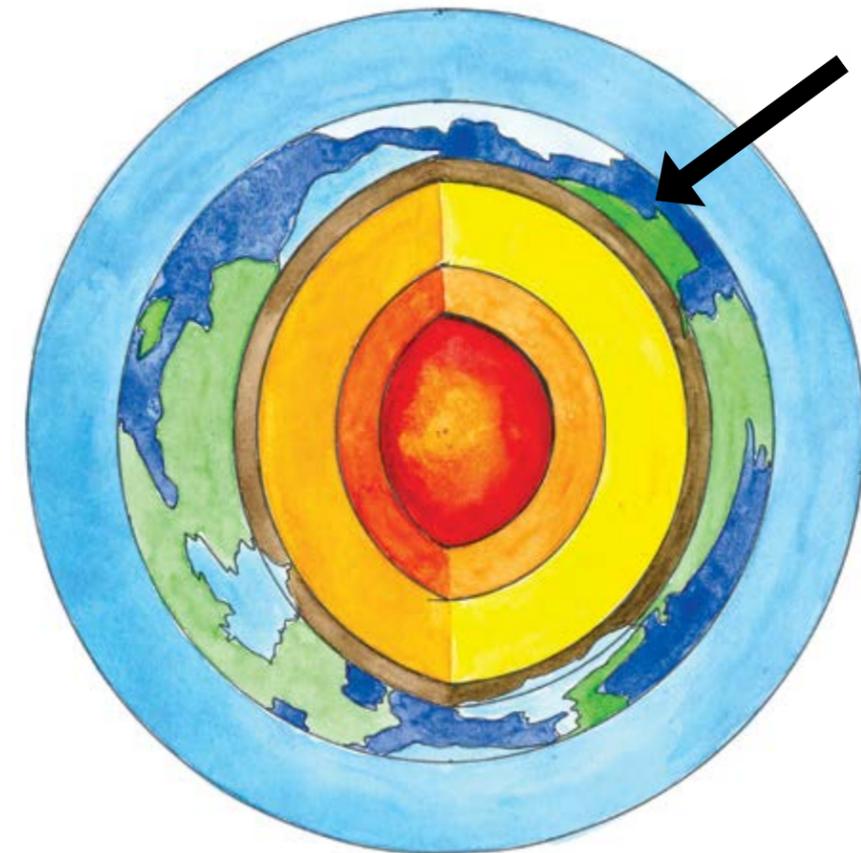


La creciente escasez y estrés hídrico (volumen de los recursos hídricos renovables per cápita) que vive el planeta tiene su origen en los impactos de la actividad humana, tales como la deforestación, el aumento en las zonas de cultivo, la industrialización, el crecimiento urbano, el cambio climático y la contaminación (UICN, 2012).



La hidrosfera

La hidrosfera es la capa superficial que cubre la superficie terrestre y está formada por todos los cuerpos de aguas del planeta, tales como océanos, mares, ríos, lagos, glaciares y aguas subterráneas.



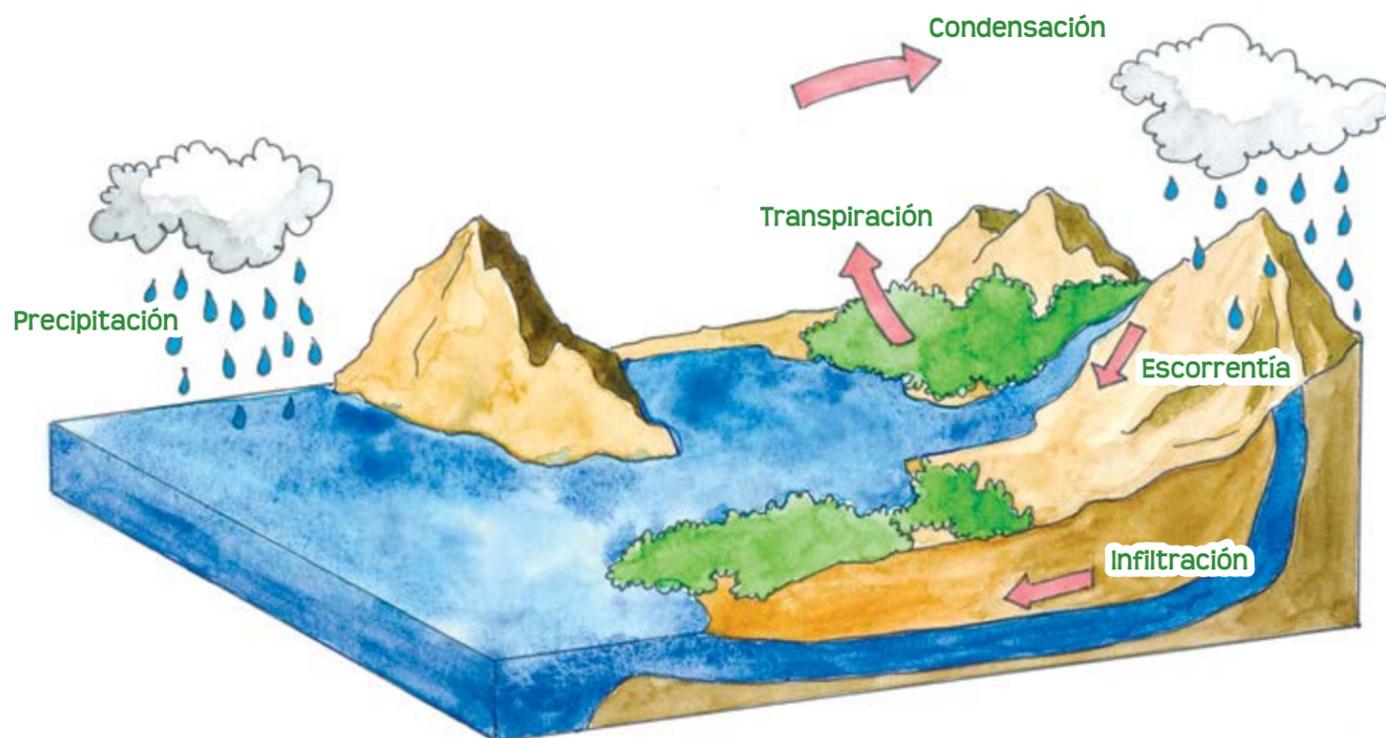
El agua que forma la hidrosfera es tanto dulce como salada y se encuentra en sus tres estados: líquido, sólido y gaseoso.

La hidrosfera cubre aproximadamente el 70% de la superficie terrestre. Del total del agua que conforma la hidrosfera, aproximadamente 97% es agua salada y forma los mares, y solo el 3% es agua dulce y se encuentra sobre los continentes, ya sea en forma de glaciares, ríos, lagos o agua subterránea. Solo un 0,01% se encuentra como vapor de agua en la atmósfera.

El agua en la naturaleza y en el planeta no se mantiene estática, sino que circula de manera natural, para conservarse y reciclarse por medio del **ciclo del agua**, también llamado ciclo hidrológico.

El ciclo del agua

El **ciclo del agua**, o ciclo hidrológico, es la circulación del agua en cualquiera de sus estados, líquido, sólido o gaseoso, desde la superficie del planeta hacia la atmósfera en forma de vapor y desde la atmósfera nuevamente hacia la superficie del planeta como **precipitación**.

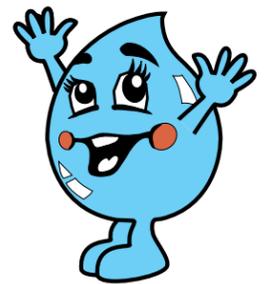


El ciclo hidrológico es un gigantesco mecanismo de destilación de agua dulce y constituye el aparato circulatorio de la biosfera. El océano es, con mucho, no solo el gran almacén natural de agua de la Tierra sino que sus enormes corrientes marinas, sus grandes flujos de vapor de agua hacia la atmósfera y sus precipitaciones al propio océano y a las superficies continentales, constituyen las grandes arterias de circulación y distribución del agua en el sistema terrestre. La atmósfera, por su parte, es un regulador climático crucial para la existencia de la vida; la temperatura de la Tierra descendería drásticamente si no existiera el vapor atmosférico.

Los ríos juegan un papel de extrema importancia entre los componentes del ciclo hidrológico, no solo por el volumen de aguas dulces que almacenan y por su ramificación sobre la superficie terrestre sino también por su alta dinámica de renovación.

La actividad del agua en la superficie y bajo el suelo es una parte crucial del ciclo hidrológico. Los movimientos del agua en, a través de y hacia la superficie del suelo son controlados ampliamente por la fuerza de gravedad y también por tres tipos de procesos que pueden acelerar o restringir sus movimientos: la absorción, la **capilaridad** y la **ósmosis**.

Si bien es cierto, en la naturaleza el agua puede ser considerada un recurso renovable, gracias al ciclo hidrológico, cuando el ser humano hace uso de ella sin una buena gestión, uso y distribución, el agua se convierte en un recurso no renovable.



Aguas subterráneas y superficiales

Tanto el agua superficial como el agua subterránea forman parte del **ciclo del agua**, que es la circulación y reciclaje del agua en la Tierra que se inicia con su **evaporación** en los océanos y continúa con su **precipitación** y escurrimiento por efecto de la gravedad hasta que una parte de ella penetra bajo la superficie del terreno (infiltración), llenando los poros y fisuras del suelo. Podemos definir el agua subterránea como aquella que se desplaza por acción de la gravedad en el interior del suelo y ocupa el espacio poroso entre las rocas.

Las aguas superficiales, sin contar el agua del mar, son aquellas que se originan a partir del agua de las precipitaciones o lluvias, de afloraciones de agua subterránea o por la fusión de masas de hielo. Existen tres tipos de agua superficial: el agua de escorrentía, la retenida en reservorios naturales o artificiales y el agua de estuarios. Podemos definir el agua superficial como toda el agua, tanto en estado líquido como sólido, que fluye o se almacena sobre la superficie de la Tierra.

Muchas ciudades en América Latina son altamente dependientes de las aguas subterráneas. Tal es el caso de Costa Rica, donde más del 80% de la población se abastece con agua de los acuíferos. El agua subterránea es la fuente principal de agua potable para muchas personas. De hecho, la mayor parte del agua líquida potable del mundo son las aguas subterráneas.

Las aguas superficiales pueden tardar únicamente algunos meses o años en recargarse y, por lo tanto, en rehabilitarse, pero los períodos de reciclado de las aguas subterráneas pueden ser de cientos de años. Como consecuencia, una vez que se han degradado las aguas subterráneas, puede ser muy difícil, y en algunos casos es imposible, que se limpien y restituyan.

Los acuíferos: fuentes de agua

Según la definición de Mata y Quevedo (2005) Un acuífero es la “capa extensa del subsuelo, saturada de agua cuyos poros y fracturas son suficientemente grandes para permitir la infiltración, la acumulación y el movimiento del agua, de tal forma que puede ser extraída por medio de pozos, o que se descarga en suficiente cantidad a través de manantiales, ríos, lagos o al mar”

El agua y la biodiversidad

La **biodiversidad**, o diversidad biológica, es la variedad de formas de vida y de adaptaciones de los organismos y seres vivos al medio **ambiente** y constituye la gran riqueza del planeta.

El agua es la fuente de vida de la **biodiversidad**, por lo que se puede afirmar que son interdependientes ya que sin agua no existiría **biodiversidad**.

Todos los seres vivos dependemos de la **biodiversidad** del entorno para obtener los recursos necesarios para nuestro desarrollo. De igual manera, la industria,



la agricultura y todas aquellas actividades que se realizan con fines productivos requieren de los productos y servicios que nos brinda la **biodiversidad**.

Actualmente la destrucción de la naturaleza está alterando el equilibrio natural, causando un gran deterioro que afecta el proceso de producción, purificación y captación natural del agua y disminuye su disponibilidad para cubrir las necesidades humanas y de todos los seres vivos.

El servicio ecosistémico agua

Los servicios ecosistémicos son aquellos beneficios que las personas obtienen de los ecosistemas, sustentan todas las actividades humanas y son indispensables para nuestra calidad de vida y el desarrollo económico, social y cultural.

Por ejemplo, el agua como servicio ecosistémico es indispensable para la humanidad, ya que proporciona salud y bienestar.

La vida en el planeta depende de los servicios ecosistémicos que proveen las cuencas, los ríos, lagunas, humedales y sistemas de agua subterránea. Los ecosistemas de agua dulce son especialmente productivos, necesarios y vitales para las sociedades y la economía.

Los servicios ecosistémicos contribuyen directamente al mantenimiento de la salud humana, la calidad de vida de las personas y el desarrollo de las sociedades.

A continuación se mencionan algunos de los más importantes servicios que proveen los ecosistemas al ser humano:

Servicios de suministro o provisión: alimentos, agua pura, madera y leña, fibras, medicinas.

Servicios de regulación y mitigación: del clima, de la erosión, de las enfermedades, del impacto de los eventos climáticos extremos, retención y purificación del agua y mantenimiento de la calidad del aire.

Servicios culturales y valores: espirituales y religiosos, recreativos y productivos (ecoturismo), estéticos y paisajísticos, históricos y folclóricos, científicos y educativos.

En el transcurso de nuestra vida recibiremos una gran variedad de servicios ecosistémicos. Es importante reconocerlos para valorarlos y protegerlos.



Gotas de aprendizaje

- El agua es un recurso fundamental para el funcionamiento de los ecosistemas, que a la vez contribuyen a mantener la riqueza de la **biodiversidad** del planeta.
- La **biodiversidad** es la variedad de formas de vida y de adaptaciones de los organismos y seres vivos al **ambiente**.
- Los servicios ecosistémicos son aquellos beneficios que los seres humanos obtenemos de los ecosistemas.
- El **ciclo del agua** es la circulación o vía natural que el agua recorre para conservarse y reciclarse en el planeta, favoreciendo y permitiendo la vida de los seres vivos.
- El **ciclo del agua** es la base del funcionamiento de todos los ecosistemas del planeta.
- El agua es probablemente el único recurso natural que se relaciona con todos los aspectos de la civilización humana y el desarrollo social, cultural y económico.

Módulo 2

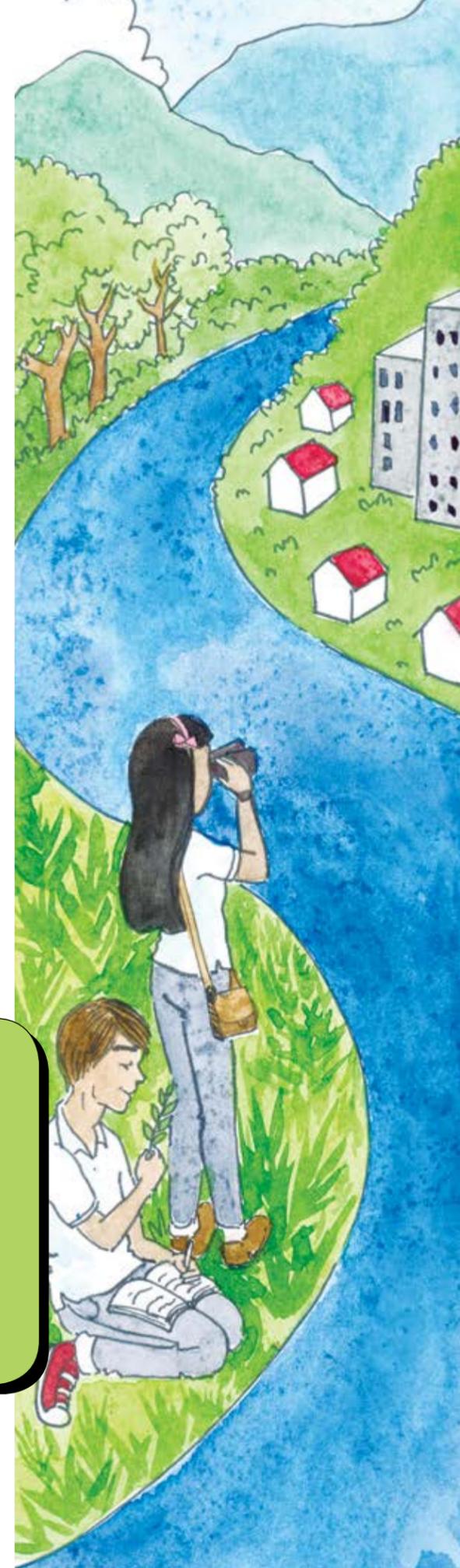
Cuencas hidrográficas

Objetivos de aprendizaje:

Conocer el concepto de cuenca hidrográfica.

Conocer acerca de las cuencas hidrográficas que existen en el país.

Reconocer la importancia de las cuencas hidrográficas.



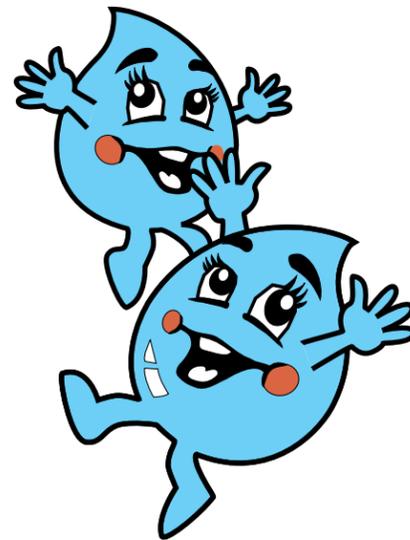
Las cuencas hidrográficas

Una cuenca hidrográfica es un área física y geográfica delimitada, en donde las aguas superficiales y subterráneas drenan de forma natural a una red natural a través de uno o varios cauces de caudal continuo o intermitente, los cuales conducen a un curso mayor que desemboca en un río principal y es alimentado por ríos o quebradas más pequeñas que corren en dirección al mar.

Como el agua no entiende las fronteras políticas, es común encontrar fronteras que coinciden con cauces de ríos, como es el caso de las fronteras de Costa Rica. Por lo tanto, una cuenca hidrográfica transfronteriza es aquella que corresponde a más de un país o que coincide con fronteras entre varios países.

Cada cuenca presenta características particulares que les permiten contribuir con diversos servicios ecosistémicos esenciales para el bienestar del ser humano, algunos con más capacidad que otros para brindar servicios de aprovisionamiento, culturales o reguladores.

Para la gestión integrada de los recursos hídricos, la unidad de base es la cuenca hidrográfica. A pesar del potencial conflictivo, la experiencia sugiere que en las cuencas compartidas prevalece el recurso de la cooperación. Si bien los recursos hídricos transfronterizos pueden ocasionar hostilidad, el historial de cooperación es enormemente superior al de conflicto agudo, lo que significa que el agua es más un vector de cooperación que una fuente de conflicto (UICN).

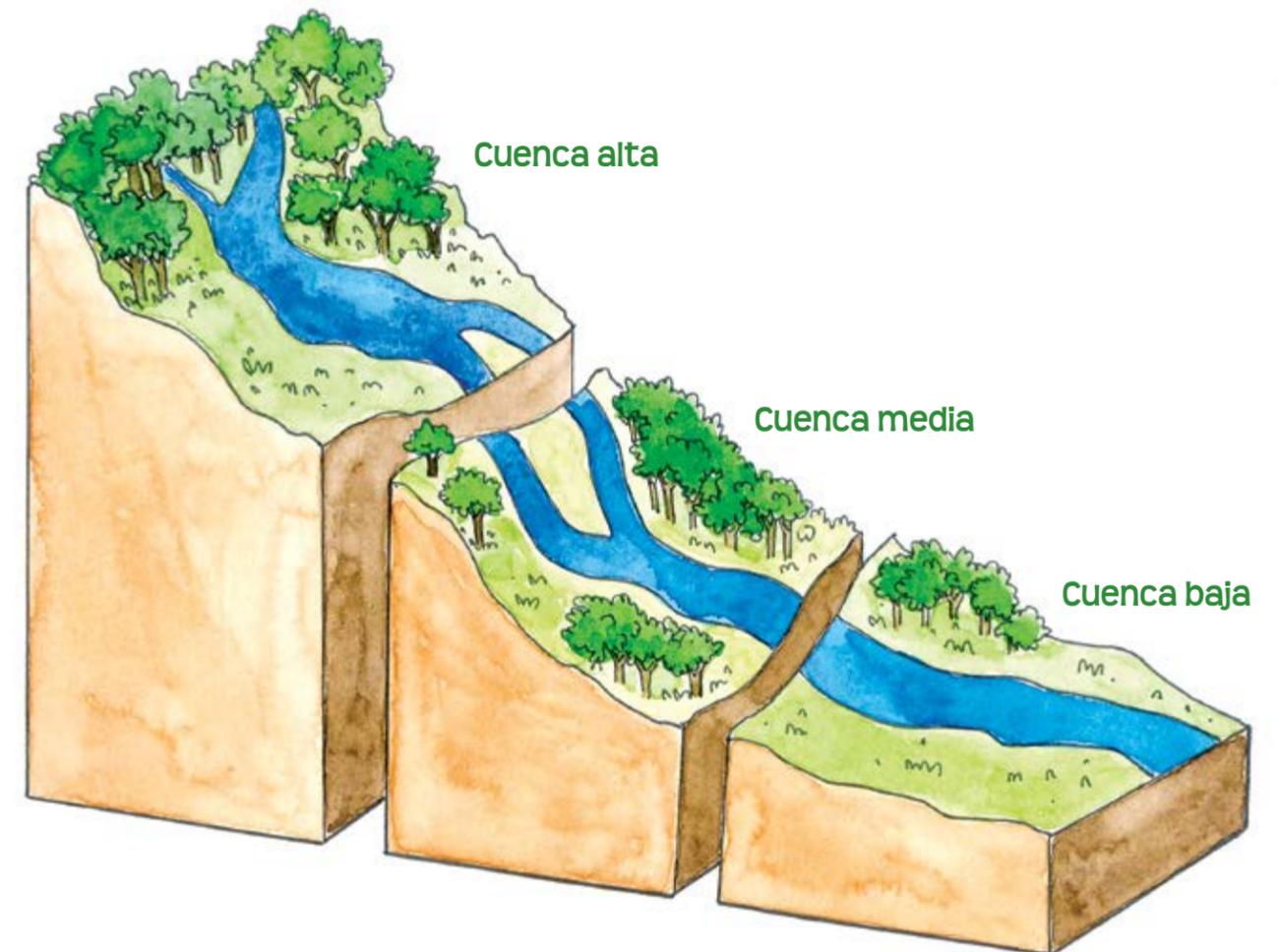


La definición de **cuenca** es importante porque nos habla del área de la superficie terrestre por donde el agua de lluvia escurre y drena a través de una red de corrientes que fluyen hacia una corriente principal y por ésta hacia un punto común de salida.

Las zonas altas que delimitan cuencas se llaman divisorias de agua, desde donde el terreno se inclina hasta llegar al cauce del río. Esta pendiente se llama vertiente.

Para una mejor planificación del territorio, las cuencas se dividen en subcuencas y microcuencas. Para efectos de intervención, a la cuenca también se la divide en parte alta, parte media y parte baja.

Si uno se encuentra en una parte montañosa, donde se concentra la mayor cantidad de nacientes de agua, está en la parte alta; en el caso de encontrarse en un área con pendientes medias donde a menudo la cobertura son pastos y cultivos como el café, está en la parte media, y si está cerca de la playa, donde la mayor cantidad de la cobertura son cultivos, está en la parte baja de la cuenca.



CUENCAS DE COSTA RICA

Costa Rica es un país con gran riqueza de recursos hídricos, la posición que tienen las cordilleras que lo atraviesan ha hecho que se formen dos vertientes por las que escurren las aguas, una es la vertiente del Pacífico y la otra es la del Caribe.

Muchos ríos de la vertiente del Caribe desembocan en el Lago de Nicaragua y en el río San Juan, por lo cual ésta se ha dividido en dos, la Subvertiente Norte, cuyos ríos llevan sus aguas hacia el Lago de Nicaragua y el río San Juan, y la Subvertiente Atlántica o Caribe, cuyos ríos llevan sus aguas hacia el Caribe.

En general, los ríos de la vertiente del caribe son más largos y más caudalosos que los de la vertiente pacífica.

El Instituto Costarricense de Electricidad (ICE) ha definido 34 cuencas hidrográficas en nuestro territorio. Las cuencas más grandes del país son las de los ríos Grande de Térraba, Tempisque, Reventazón-Parismina y Sixaola. Muchas de ellas son aprovechadas para la producción de energía hidroeléctrica. Por ejemplo, en la cuenca del Reventazón se ubican las plantas de Cachí y Río Macho y en la del río San Carlos se encuentra el Proyecto Arenal. Otras son importantes para riego, como la cuenca del río Tempisque, que beneficia la región del Pacífico seco.

La cuenca del río Grande de Tárcoles

Esta cuenca nace de la confluencia del río Virilla y el río Grande, los cuales se unen y forman el río Grande de Tárcoles, es la más importante del país y constituye una de las más problemáticas debido a sus particulares características sociales, económicas y ambientales.

La cuenca del Río Grande de Tárcoles se ubica en el sector central y occidental del Valle Central del país, y se extiende hasta la vertiente del Pacífico, casi un 60% de la población de Costa Rica vive en esta cuenca, la cual cubre un área de 2.169 km² y equivale al 4% del territorio nacional.

Abarca parcialmente cinco de las siete provincias de Costa Rica, San José, Alajuela, Heredia, Cartago y Puntarenas, que incluyen 36 municipios del total de 81 del país, donde se ubican el 85% de la industria, transporte y actividades comerciales, así como al 50% de la producción de café.

La Cuenca del Río Grande de Tárcoles es una de las más contaminadas del país y de Centroamérica, sus principales problemas son:

- Contaminación de las aguas por efluentes de las agroindustrias..
- Expansión urbana que invade tierras agrícolas y agricultores que ocupan los bosques y las áreas protegidas.
- Incremento de la demanda de agua por la agricultura, la industria, el uso doméstico, entre otros.

A pesar de la gran problemática se ha ido tomando acciones como reforestación de cauces, reducción de la contaminación, y la instauración del primer sello ambiental del país para **gestión** ambiental limpia por parte de las empresas: la Bandera Ecológica de MINAE.

En los últimos años, después de un amplio proceso de discusión y consulta realizado a lo largo y ancho del país se ha construido consenso social sobre un proyecto de Ley de Aguas bajo un enfoque de **Gestión** Integrada de los Recursos Hídricos que tome la cuenca hidrográfica como unidad de **gestión** y planificación; y que permita amplios espacios para la participación de la sociedad civil en la toma de decisiones.

En el contexto nacional, hoy existe una clara conciencia de la importancia de conocer las cuencas, haciendo un abordaje integral sobre sus características particulares en cuanto a su manejo y las protecciones de su **biodiversidad**, entre otros aspectos sociales y económicos.

Las cuencas de ríos internacionales

Estas cuencas presentan problemas especiales para la **conservación** de sus recursos naturales y sus ecosistemas acuáticos ya que deben conciliarse ópticas entre naciones (Franco, 2004).

Si existe un acuerdo entre las naciones, se puede hacer un buen manejo de una cuenca internacional, protegiendo la paz social, el desarrollo de las sociedades, economías, culturas y las condiciones ambientales.

En la **gestión** de las cuencas internacionales se incluyen temas como soberanía y desarrollo en relación con un bien transfronterizo. Esto requiere el desarrollo de roles institucionales e instrumentos de **gestión** tanto particulares como homólogos entre las naciones. Para la efectiva protección de dichos sistemas, los países involucrados deben firmar y cumplir convenios multilaterales sobre manejo integrado de cuencas y uso del agua.

Actualmente existen retos importantes entre los gobiernos de Costa Rica y Nicaragua, relacionados con el manejo y **conservación** de la cuenca del río San Juan.

La frontera Costa Rica-Nicaragua y la cuenca del río San Juan

La cuenca del río San Juan es la más grande de Centroamérica, con un área de 38 569 km². El 64% del área terrestre se encuentra en el sur de Nicaragua y el 36% en el norte de Costa Rica. En la parte baja, el río San Juan se divide y desagua en el mar Caribe, cerca de San Juan del Norte en Nicaragua y en la Barra del Colorado en Costa Rica. En el territorio costarricense, la cuenca del río San Juan incluye los cantones de La Cruz, Upala, Los Chiles, Guatuso, San Carlos, Sarapiquí y Pococí.

Calidad del recurso hídrico en las cuencas

La calidad de los recursos hídricos del país no se ha cuantificado de manera precisa por cuenca hidrológica. A nivel nacional se reconoce que existen problemas de contaminación de los cuerpos de agua tanto superficiales como subterráneos. Al respecto, existen muchas oportunidades que incluyen mejorar el sistema de gobernabilidad para atender de manera integral y eficiente el manejo de las cuencas, apoyado por una muy necesaria actualización de la legislación que proporcione sólidos instrumentos legales.

En algunas cuencas del país se han hecho esfuerzos puntuales para cuantificar el impacto de las prácticas agropecuarias y el desarrollo urbano e industrial sobre la calidad de las aguas superficiales y subterráneas. A partir de esta información, se ha estimado que el 96% de las aguas residuales recolectadas en los sistemas municipales de alcantarillado se depositan en los ríos sin ningún tratamiento. Las cuencas de los ríos Grande de Tárcoles y Reventazón reciben las aguas residuales sin tratar de las ciudades de San José, Alajuela, Cartago y Heredia. Estas aguas residuales corresponde cerca de un 70% de la población del país, así como el agua residual producto de las industrias y las agroindustrias que se encuentra en estas cuencas.

En el país se reconoce que existen importantes problemas de contaminación del agua, tanto superficial como subterránea, producto de la falta de políticas e instrumentos legales que protejan el recurso hídrico y promuevan la buena **gobernanza** y la **gestión** integral.

Manejo integral de las cuencas hidrográficas

Como explicamos anteriormente, las cuencas hidrográficas son unidades esenciales para la planificación y manejo territorial a nivel comunitario, regional y nacional. Cuando el manejo se aplica adecuadamente, contribuye a mejorar las condiciones ambientales, sociales y económicas, al mismo tiempo que se garantiza un uso sostenible de los recursos naturales, considerando las necesidades e intereses de las comunidades de acuerdo con las características particulares de cada cuenca. Gracias al estudio de las cuencas hidrográficas como unidades funcionales del territorio, se puede evaluar el comportamiento del ciclo hidrológico en el país.

Es evidente que el esquema de uso y protección del agua que se ha aplicado en el país debe mejorar, prueba de esto es que ya se ha empezado a generar una importante competencia por el recurso hídrico, situación que se ha agravado por los efectos del **cambio climático**. Esta tendencia creciente, hará que muchos sectores, tanto de vivienda, industriales y productivos se vean afectados y surjan conflictos por el uso del agua.

Para lograr un manejo integral se requiere una buena **gobernanza** y eso implica la organización, participación y compromiso de todos los actores vinculados al tema de la **gestión** del recurso hídrico.

LOS HUMEDALES

La Convención Sobre los Humedales (Convención Ramsar) define estas zonas como “Extensiones de marismas, pantanos, turberas o aguas de régimen natural o artificial, permanentes o temporales, estancadas o corrientes, dulces, salobres o saladas, incluyendo las extensiones de agua marina cuya profundidad en marea baja no exceda de seis metros”.

En el territorio continental de Costa Rica se han identificado alrededor de 350 humedales, cuyas altitudes oscilan entre los 15 metros bajo el nivel del mar (en arrecifes de coral) hasta los 3.819 metros sobre el nivel del mar en las lagunas del Parque Nacional Chirripó. Comprenden unas 35.000 hectáreas, extensión que corresponde casi al 7% de todo el territorio nacional, además de contar con 1 460 km de línea costera (1 248 km en el Pacífico y 212 km en el Caribe). Incluyen bosques anegados, bosques de palmas, pantanos herbáceos, manglares, llanuras de inundación, esteros, lagos y lagunas, entre otros.



Los humedales están sometidos a crecientes amenazas, ya que se consideran ecosistemas de gran beneficio para el ser humano. Los humedales suministran agua, regulan los flujos controlando las inundaciones, previenen el ingreso de aguas saladas, protegen contra maremotos y huracanes, protegen la línea costera contra la erosión, retienen sedimentos, nutrientes y tóxicos, son fuente de productos naturales, producen energía (hidroeléctrica, leña, carbón), facilitan el transporte acuático, son un banco genético y **hábitat** para la vida silvestre, favorecen la recreación y el turismo, tienen significado sociocultural y para la investigación y la educación y mantienen procesos ecológicos naturales.

Efecto del cambio climático sobre el recurso hídrico

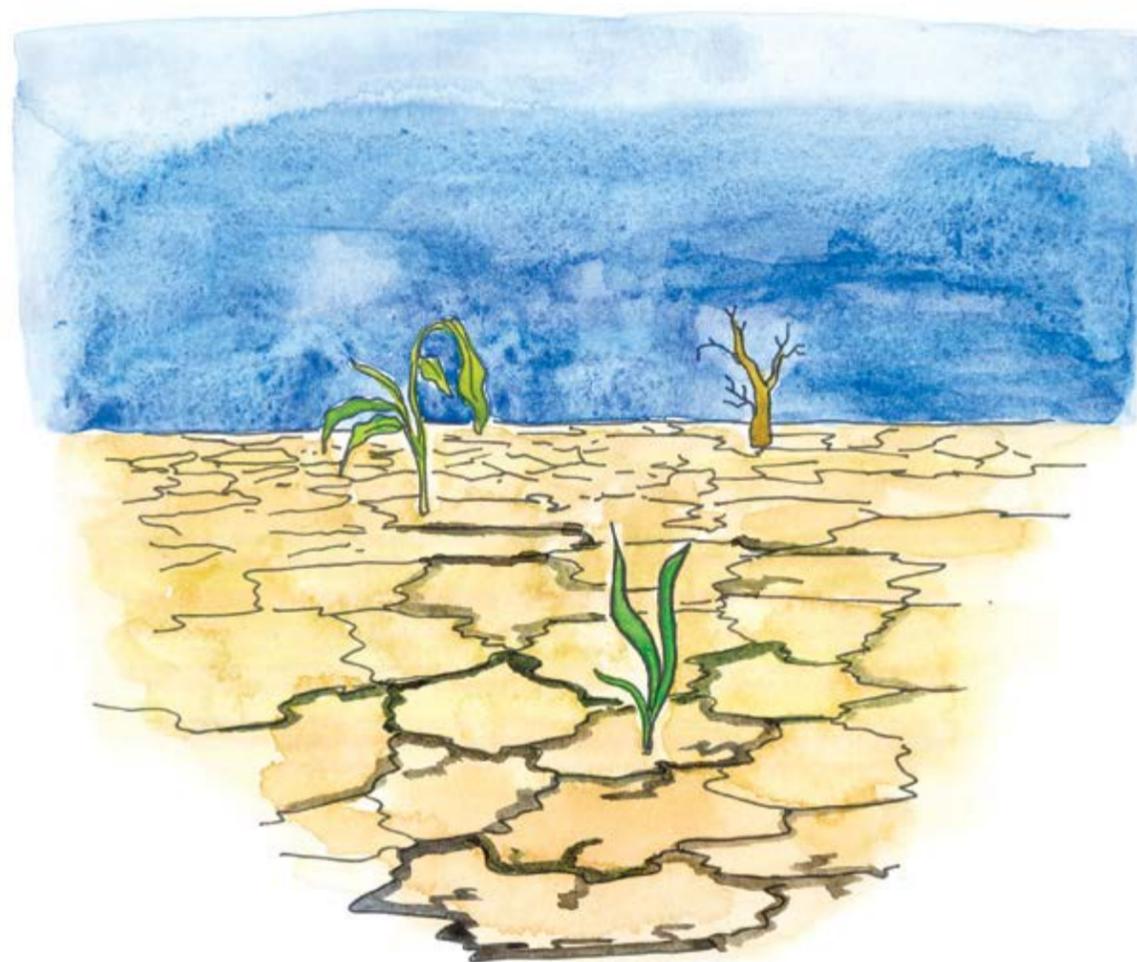
El **cambio climático** está aumentando la presión sobre los recursos hídricos, con importantes consecuencias para los seres humanos y el medio **ambiente**. Al modificar el **ciclo del agua**, incluidas las precipitaciones, la **humedad del suelo**, el escurrimiento, la **evaporación**, el vapor atmosférico y la temperatura del agua, el **cambio climático** tendrá como consecuencia condiciones más extremas.

El incremento de la variabilidad de los patrones climáticos, sumado al crecimiento de las ciudades, el cambio en el consumo de alimentos, entre otros factores, ha generado una gran demanda sobre los recursos hídricos.

Los efectos generales de estos cambios radican en los eventos meteorológicos relacionados con el agua, como periodos prolongados de sequías e inundaciones extremas. Esto generará importantes impactos en la calidad de vida de las personas. Paralelamente, un gran número de actividades económicas que dependen de la cantidad y calidad de los recursos hídricos, tales como la producción de alimentos, la generación de energía, el abastecimiento de agua y la protección del medio **ambiente**, se verán muy afectados.

Los impactos del **cambio climático** sobre los recursos hídricos se sienten con mayor fuerza en los países en vías de desarrollo, que tienden a ser más vulnerables.

La construcción de sistemas de acueductos cuya fuente de agua proviene de manantiales de zonas de recarga y son conducidos por sistemas por gravedad, es vista como una acción de adaptación al **cambio climático**, ya que es de esperar que el nivel freático de los mantos acuíferos disminuya.



Otra medida importante de adaptación al **cambio climático** está recogida en el componente de sostenibilidad, ya que la **gestión** de los acueductos debe ir acompañada de la sensibilización y capacitación de los nuevos usuarios en los temas del ciclo hidrológico del agua, la **gestión** eficiente del sistema, el manejo de desechos sólidos, el reciclaje, el consumo responsable, además de otros aspectos ambientales que promueven la respuesta a condiciones de vulnerabilidad ambiental (protección del sistema ante terremotos, inundaciones y deslaves, entre otros).

Variabilidad climática

La variabilidad climática es una medida del rango en que los elementos climáticos -como la lluvia, el viento, la humedad y la temperatura- varían de un año a otro. Incluso puede incluir las variaciones en la actividad de condiciones extremas, como el número de precipitaciones de un verano a otro.

En Centroamérica, los eventos más importantes que producen variabilidad climática son las sequías, lluvias torrenciales, ondas de calor, heladas y vientos fuertes, que son principalmente producidos por ciclones tropicales y los fenómenos del El Niño y La Niña. El constante aumento de la temperatura terrestre está provocando serias alteraciones en el clima.

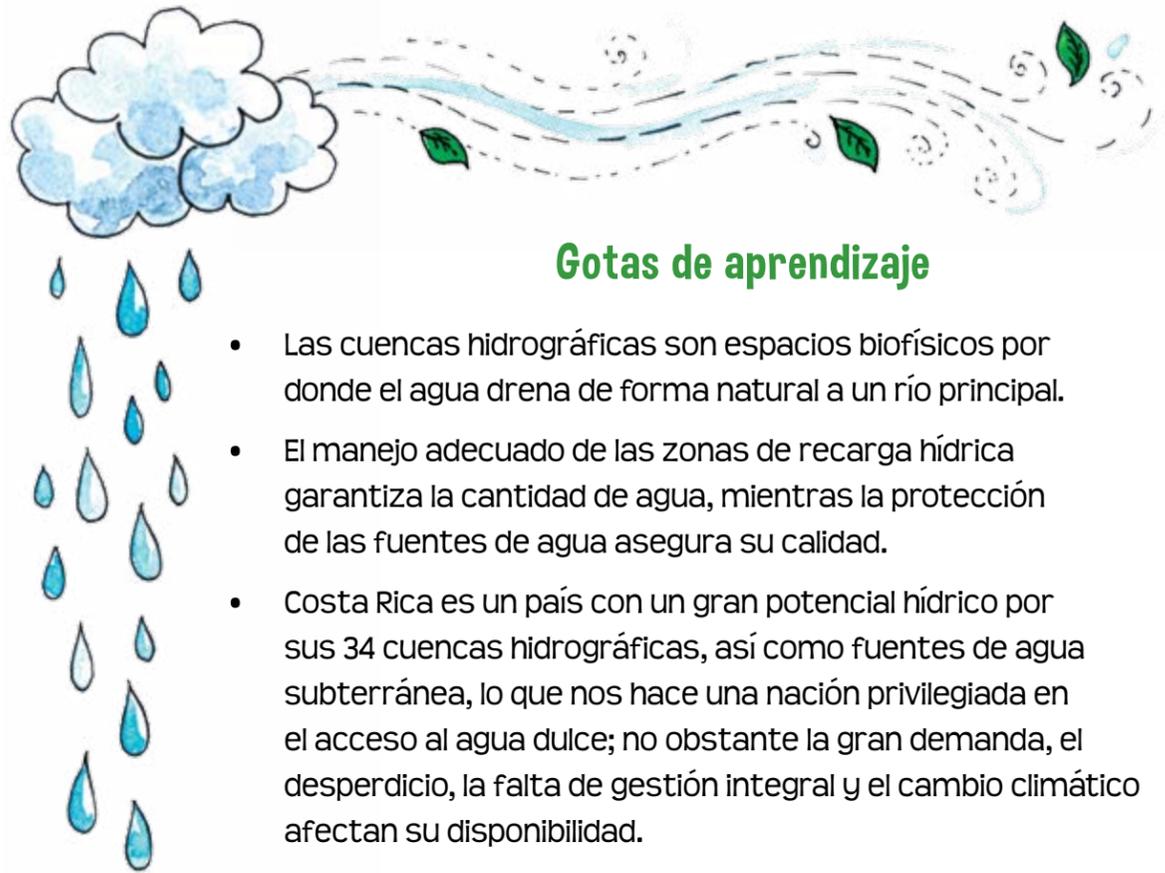
En el siguiente dibujo se pueden observar las diferencias entre El Niño y la Niña:



	Época seca	Época lluviosa
El Niño	Precipitación abajo de lo normal Temperaturas mayores de lo normal	Precipitación arriba de lo normal Temperaturas menores de lo normal
La Niña	Precipitación arriba de lo normal	Precipitación abajo de lo normal

El impacto de El Niño en Costa Rica es muy variado; la intensidad del fenómeno probablemente es un factor determinante en la forma **en** que afecta al país.

Por lo general, las temperaturas por encima de lo normal están ligadas al fenómeno de El Niño (Instituto Meteorológico Nacional).



Gotas de aprendizaje

- Las cuencas hidrográficas son espacios biofísicos por donde el agua drena de forma natural a un río principal.
- El manejo adecuado de las zonas de recarga hídrica garantiza la cantidad de agua, mientras la protección de las fuentes de agua asegura su calidad.
- Costa Rica es un país con un gran potencial hídrico por sus 34 cuencas hidrográficas, así como fuentes de agua subterránea, lo que nos hace una nación privilegiada en el acceso al agua dulce; no obstante la gran demanda, el desperdicio, la falta de gestión integral y el cambio climático afectan su disponibilidad.
- Cada cuenca presenta características particulares, que les permiten contribuir con diversos servicios ecosistémicos esenciales para el bienestar del ser humano, algunos con más capacidad que otros para brindar servicios de aprovisionamiento, culturales o reguladores.
- En el contexto nacional es de vital importancia conocer las cuencas que se encuentran en los ríos internacionales, ya que estas, al ser compartidas con otros países, adquieren características particulares en cuanto a su manejo y la protección de su biodiversidad, entre otros aspectos sociales, económicos y políticos.
- El agua de las cuencas ha reducido su calidad en las últimas décadas por la influencia del ser humano, generalmente mediante actividades rurales, (agricultura, producción pecuaria y agroindustria) que afectan la salud, transmitiendo enfermedades ocasionadas por virus, bacterias, protozoarios y otros contaminantes como el arsénico.

MÓDULO 3

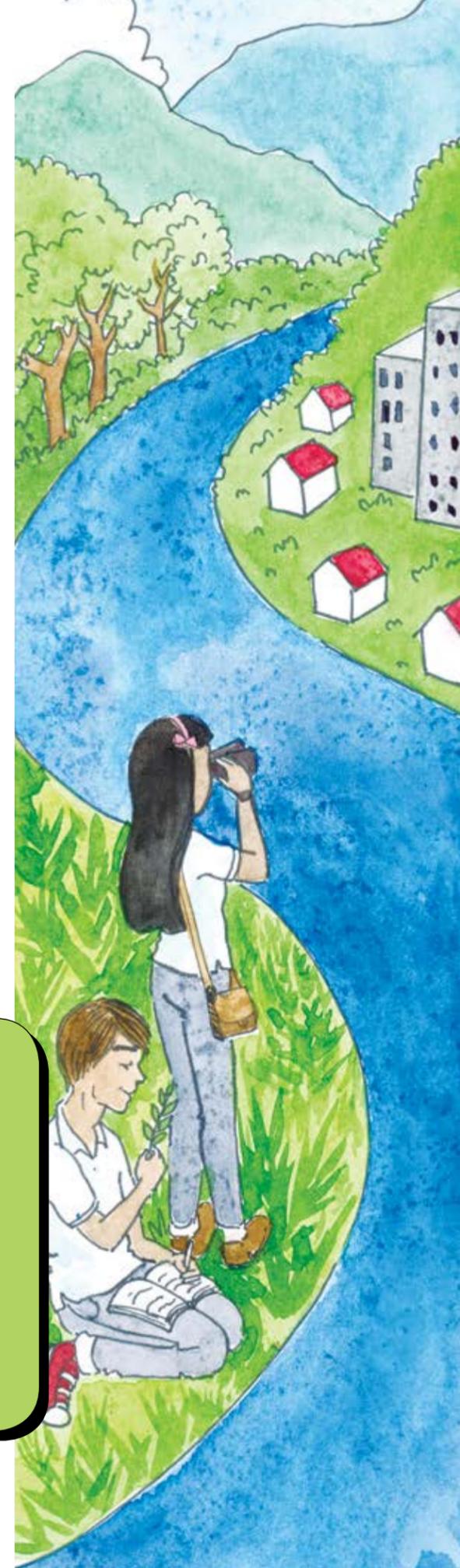
GESTIÓN DEL RECURSO HÍDRICO

Objetivo de aprendizaje:

Reconocer la importancia que tiene el agua en la sociedad.

Reconocer la labor del AyA en la distribución del recurso hídrico en el país.

Reconocer los problemas de contaminación del agua.



El agua en nuestra sociedad

El recurso hídrico constituye uno de los principales insumos de la economía nacional, pues está fuertemente vinculado con el turismo, el ecoturismo, la generación de energía hidroeléctrica, el riego de los cultivos, la industria, la agroindustria, así como los diversos usos domésticos y comerciales.

Costa Rica posee una abundante oferta hídrica de alrededor de 24 784 metros cúbicos por persona al año, esto es más de tres veces el promedio mundial (7 000 m³), que permiten que el Estado pueda dar el servicio de canalización y distribución del agua potable para el consumo de la población y abastecimiento a la agricultura, ganadería e industria.

No obstante, aunque el país es rico en recursos hídricos, la alta demanda, su desperdicio y los efectos del **Cambio climático**, están haciendo que el agua se convierta en un factor limitante del proceso de desarrollo sostenible y del bienestar humano.

Esto es evidente, ya que el agua no siempre está disponible en el momento ni en el lugar donde se requiere, y muchas veces debe racionarse por efectos de la sequía. Esto obliga a hacer uso de las aguas superficiales, que representan el gran potencial del país, y de las reservas de aguas subterráneas.

No hay duda de que el agua es uno de los recursos más vulnerables al **cambio climático** y el impacto negativo será creciente conforme la crisis climática se agrave.

Por ello es urgente realizar una buena **gestión** de este recurso, respondiendo a un enfoque integrado que oriente el uso eficiente y equitativo del agua mediante una buena **gobernanza, conservación** y protección.

El aprovisionamiento de agua en Costa Rica

En Costa Rica, el sector de Agua y Saneamiento está regulado por la Ley de Aguas (N° 2726) de 1942 y la Ley General de Agua Potable (N° 1634) y sus reformas (Ley 7593 de 1996 y Ley N° 2726 de 1961). La institución rectora en materia de agua y alcantarillado es el AyA que, según su ley constitutiva, tiene las siguientes responsabilidades: planificar, diseñar, presupuestar, administrar, operar y mantener los sistemas de acueductos y alcantarillados de todo el país.

Costa Rica ha venido evolucionado en forma positiva en la prestación de los servicios de agua para consumo humano. En el año 2011 los costarricenses contaban con una cobertura del 98% de agua por cañería intradomiciliar, lo cual sitúa al país en el tercer lugar en el continente americano, solo después de Canadá y Uruguay (Agenda del Agua, Costa Rica 2013-2030).



Respecto a los operadores que prestan los servicios de agua potable, el AyA le da el servicio al 50% de la población del país (39,7% urbana y 11,6% rural), las ASADAS al 24%, las municipalidades a un poco más del 15%, la Empresa de Servicios de Públicos de Heredia (ESPH) al 4,9% y el resto toma el agua de un pozo o es parte de un condominio o acueducto privado.

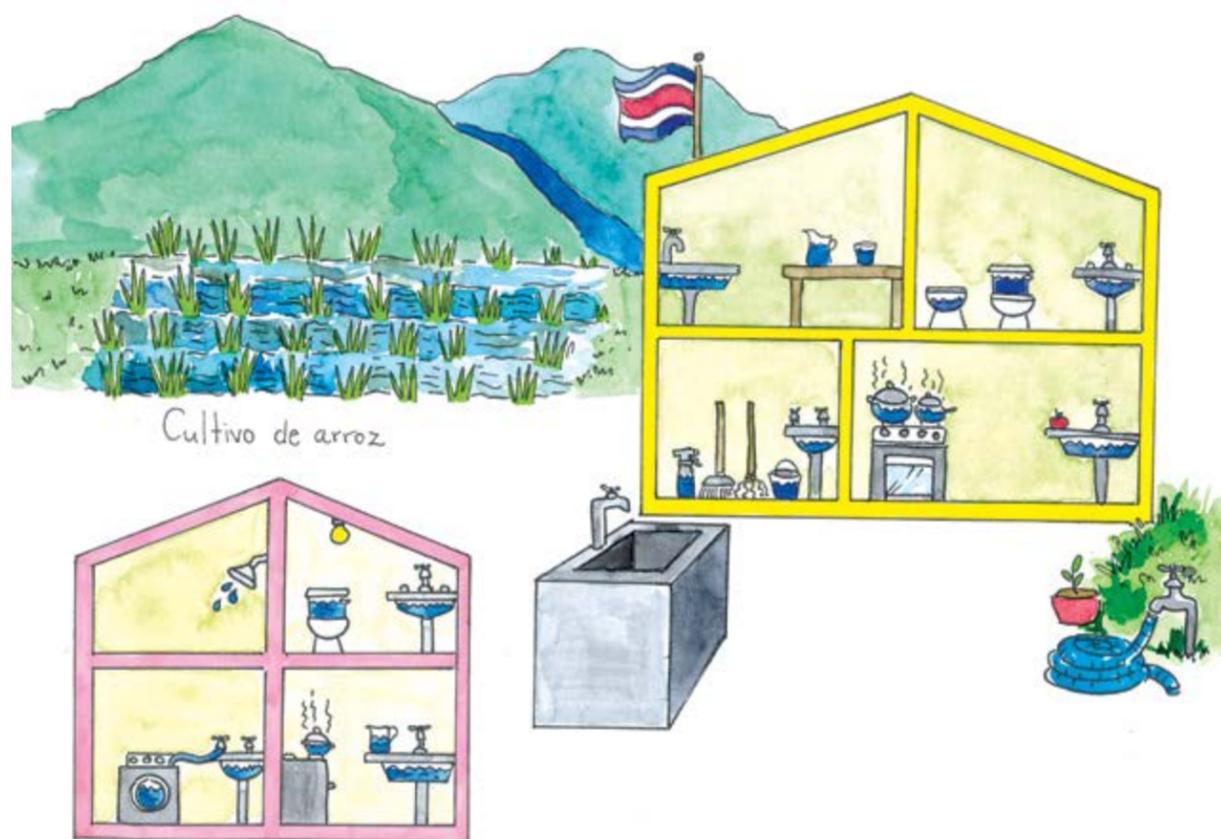


En relación con la cobertura de agua, a nivel urbano es del 98,5%, mientras que con alcantarillado sanitario es de solo 34%. A nivel rural, la cobertura de agua potable es del 75,4% y con servicios de saneamiento (tanque séptico o letrina) del 97%, lo que evidencia una alta cobertura.

Solo el 21,1% de la población total es servida con alcantarillado sanitario, y únicamente el 4% de las aguas recolectadas tiene tratamiento. Del resto de la población, el 68,3% tiene tanque séptico y 10,6% usa otros sistemas de disposición (especialmente pozo negro o letrinas). En el área urbana, el porcentaje de la población con alcantarillado sanitario o tanque séptico es del 96,3% y en zonas rurales del 79,0%.

El agua potable

El agua que provee el AyA a la población mediante cañería intradomiciliar es potable e inocua para la salud de las personas. El agua potable requiere un tratamiento para su purificación, proceso que consiste en la captación del agua desde su fuente para luego transportarla hasta las plantas de tratamiento; allí,



mediante cloración y ciertos tratamientos, se le eliminan todas las impurezas, bacterias, virus y sustancias químicas dañinas. Luego se lleva a los tanques de almacenamiento, desde donde se distribuye a cada uno de sus destinos (la casa, la escuela, el comercio, las industrias, etc.).

El AyA también es responsable de la recolección y evacuación de las aguas residuales mediante el alcantarillado.

Debe tenerse en cuenta que si la extracción de agua es más rápida que su reposición natural, en casos extremos los ecosistemas de los humedales sufren un colapso, produciéndose una pérdida completa de los servicios de dichos ecosistemas, con los consecuentes efectos negativos para la salud humana.

Contaminación de las aguas

El aumento de la población, el crecimiento urbanístico e industrial, así como la intensificación de las actividades agrícolas y pecuarias, han generado un aumento en la frecuencia y cantidad de desechos que se descargan en las aguas superficiales, los cuales incluyen sedimentos, aguas negras y residuos industriales, agropecuarios, agroquímicos y sólidos.

La situación de la contaminación del agua en Costa Rica es preocupante, la información disponible indica que a nuestros ríos llega más del 70% de las aguas negras sin tratamiento. El tanque séptico es el sistema más común de eliminación de aguas negras usado por la población costarricense, debido a la carencia de una red apropiada de alcantarillado sanitario y plantas de tratamiento. En muchos países, el tanque séptico ha sido identificado como una fuente frecuente de contaminación de las aguas subterráneas, principalmente a causa de la presencia de microorganismos patógenos y nitratos (Lewis et al., 1980).

Cuando existen sistemas de alcantarillado sanitario y plantas de tratamiento, disminuye la contaminación de las aguas superficiales pero se producen grandes volúmenes de materiales residuales.

En la actualidad, la mayor parte de los desechos domésticos e industriales se depositan en los rellenos sanitarios prácticamente sin procesar ni separar. Los materiales desechados de esta forma están sujetos a la lixiviación provocada por el agua de lluvia que se percola, proceso que pone en peligro los acuíferos situados en materiales relativamente permeables. El líquido derivado de este proceso puede contener un gran número de contaminantes orgánicos e inorgánicos,



así como sólidos disueltos, muchos de ellos sustancias tóxicas procedentes de desechos industriales.

Por estas razones, la situación de las aguas subterráneas es preocupante. Ya se detectó un aumento en la concentración de nitratos, causada por la degradación y posterior infiltración de la materia fecal de los efluentes de los tanques sépticos y por el uso de fertilizantes nitrogenados, que en muchos lugares ya alcanzan o superan las concentraciones máximas recomendadas por las instituciones de salud (Agenda del Agua, Costa Rica 2013-2030).

Enfermedades que se transmiten cuando el agua está contaminada

La falta de infraestructura de los servicios de agua potable, alcantarillado sanitario y saneamiento, o su deterioro, han propiciado la presencia de enfermedades transmisibles tales como cólera, fiebre tifoidea, salmonelosis, amebiasis, infecciones intestinales y hepatitis viral, entre otras.

Entre las enfermedades que han sido relacionadas con el agua y detectadas en el país, están la disentería amebiana y bacilar, la enfermedad diarreica, el cólera y la esquistosomiasis.

En el país se ha registrado una baja importante en el reporte de este tipo de enfermedades en los últimos años, principalmente por el mejoramiento de los programas de agua potable y saneamiento básico, de educación sanitaria y de atención inmediata a los enfermos mediante los programas de salud desarrollados por la Caja Costarricense de Seguro Social.

Las mejoras en los indicadores de salud de los últimos años (aumento en la esperanza de vida y reducción de la mortalidad infantil) se asocian con las políticas efectivas de salud, donde la cobertura con agua potable tiene un importante impacto en la prevención de enfermedades infecciosas.

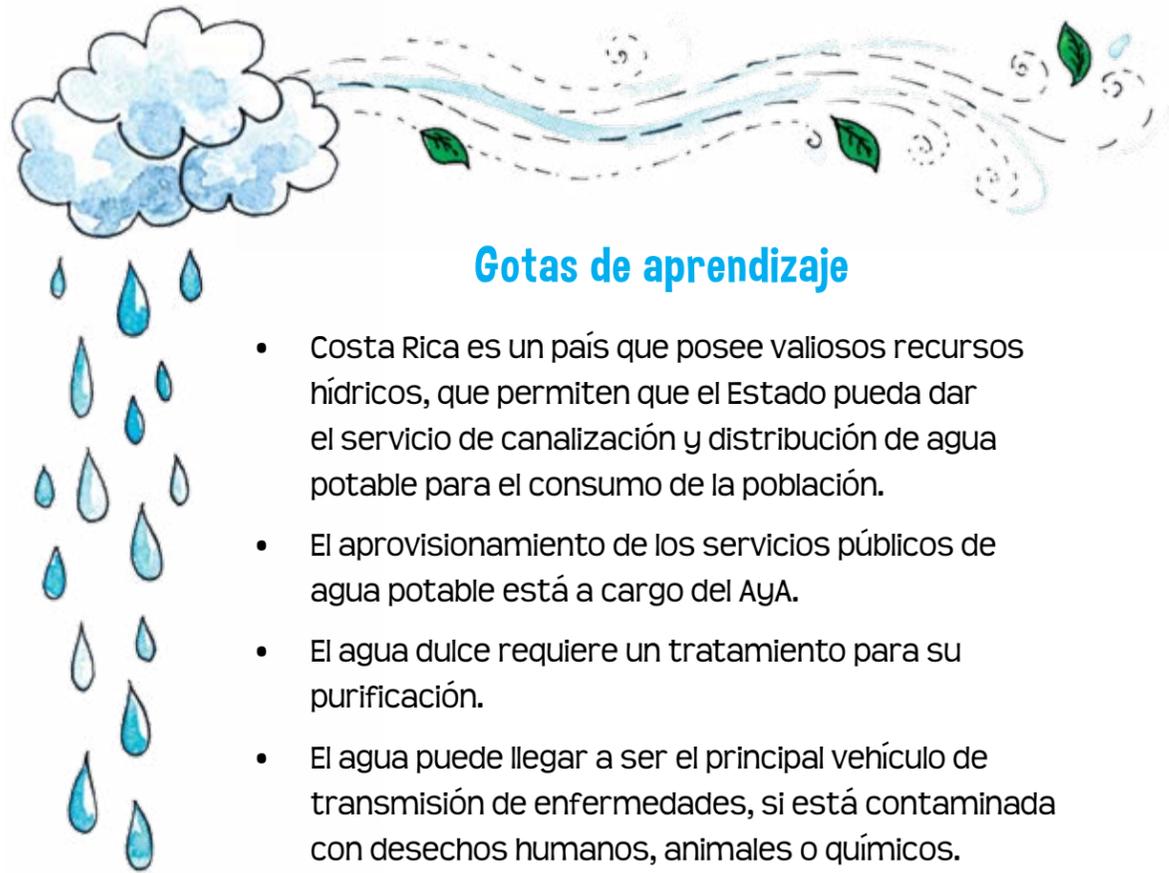
Las enfermedades diarreicas, que continúan siendo un problema en la población infantil, son causadas por bacterias, virus y protozoarios patógenos que se dispersan por aguas contaminadas.

En algunas zonas del noroeste del país se ha detectado la contaminación del agua por arsénico, un elemento químico que si se ingiere puede ser perjudicial para la salud de las personas, causando lesiones en la piel, trastornos circulatorios y alto riesgo de cáncer. El arsénico puede estar presente en cuencas hidrográficas cercanas a volcanes y en el suelo por donde fluye el agua antes de su captación para el uso humano; además, puede darse por erosión de los depósitos naturales, agua de escorrentía en huertos o cultivos (pesticidas), agua con residuos de fabricación de vidrio y productos electrónicos, así como la contaminación industrial.

Consideraciones importantes

El agua de uso doméstico proviene en una proporción muy importante del agua del subsuelo. El 69% de ésta se destina a la agricultura, el 21% a actividades industriales y el 10% a actividades domésticas. A pesar de que podemos vivir con solo 5 litros o menos de agua al día, generalmente usamos mucha más para conservarnos saludables. Se ha calculado que una persona necesita diariamente 50 litros para satisfacer sus necesidades personales y del hogar.

A pesar de la riqueza hídrica de Costa Rica, el aumento de la población, el crecimiento urbanístico e industrial y la intensificación de las actividades agrícolas, pecuarias y turísticas presionan la demanda e impactan la oferta del recurso hídrico, debido a la alta contaminación y la falta de infraestructura para su almacenamiento, conducción y distribución. Más del 70% de las aguas residuales del país no recibe ningún tratamiento y eso impacta los recursos hídricos en niveles superficiales, subterráneos y marino-costeros, así como los diversos ecosistemas asociados.



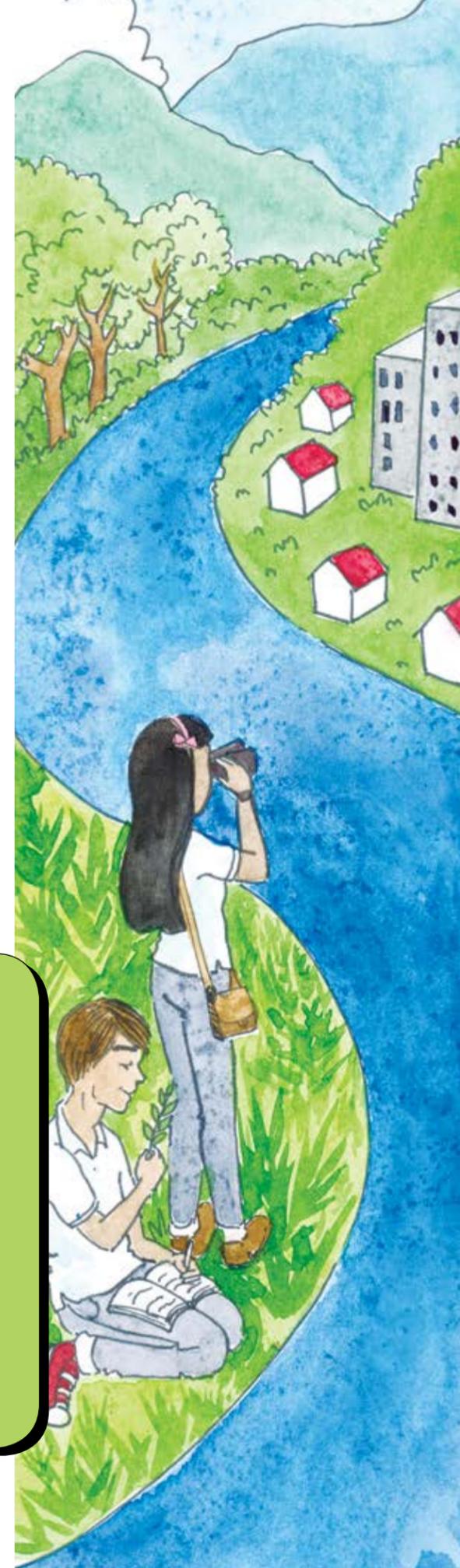
Gotas de aprendizaje

- Costa Rica es un país que posee valiosos recursos hídricos, que permiten que el Estado pueda dar el servicio de canalización y distribución de agua potable para el consumo de la población.
- El aprovisionamiento de los servicios públicos de agua potable está a cargo del AyA.
- El agua dulce requiere un tratamiento para su purificación.
- El agua puede llegar a ser el principal vehículo de transmisión de enfermedades, si está contaminada con desechos humanos, animales o químicos.
- La contaminación de los cuerpos de agua causada por el ser humano puede afectar nuestra salud, transmitiendo enfermedades ocasionadas por virus, bacterias, protozoarios y otros contaminantes como el arsénico.

Módulo 4

Uso sostenible del recurso hídrico

Objetivo de aprendizaje:
Reconocer la importancia que tienen los valores para crear una nueva cultura del agua.
Identificar modelos de conducta coherentes con los valores del ejercicio de la ciudadanía ambiental comunitaria en la protección del recurso hídrico, a través del uso racional y eficiente.





La ciudadanía ambiental

Es necesario que todas las personas que vivimos en este país asumamos el gran reto que significa proteger nuestros recursos naturales, especialmente el agua, ejerciendo de esta manera una ciudadanía ambiental.

La ciudadanía y la calidad de ciudadano significan en términos generales el ejercicio de un conjunto de derechos sociales y políticos, así como de una serie de deberes que todos debemos conocer, respetar y cumplir, y que están relacionados con esos derechos.

El concepto de ciudadanía conduce a un tema clave: la construcción de una sociedad humana que respete y conviva con la naturaleza. Nos lleva a pensar en el conjunto de los seres humanos como personas que pueden y deben tomar parte activa en el proceso de su propio desarrollo, como individuos pensantes, creativos, proactivos, como miembros de una institución educativa, una comunidad, una nación; en suma, como ciudadanos responsables del planeta Tierra, vinculados con espacios geográficos y ámbitos históricos y culturales, con derechos y obligaciones hacia el entorno natural y social.

El ejercicio de estos derechos y responsabilidades convierte a la persona en un ciudadano con conciencia ambiental.

Hoy en día conocidos políticos, académicos, actores, músicos, deportistas y otras personas destacadas a nivel mundial han asumido su responsabilidad y han realizado gestiones para proteger la naturaleza, asumiendo su ciudadanía ambiental.

Valores para una cultura del agua

La cultura del agua se puede definir como el conjunto de valores enfocados en conservar y crear conciencia en la ciudadanía sobre la importancia del cuidado y uso sostenible del agua.



Para ser parte de esta cultura del agua, debemos empezar por cambiar nuestra manera de ver y relacionarnos con el agua; esto implica tomar conciencia del valor del recurso hídrico, de su inminente escasez y de lo necesario que es para nuestra vida. También significa asumir nuestro papel de ciudadanos y ciudadanas ambientales, haciendo cambios en nuestro estilo de vida, fundamentalmente en los valores y actitudes, actuando como consumidores responsables.

La ciudadanía ambiental tiene como su primer campo de acción el lugar donde vivimos, estudiamos y tenemos nuestro grupo de amigos y donde construimos nuestro desarrollo y el de nuestra comunidad, provincia y país.

Los valores son los principios esenciales que dirigen nuestras vidas y se construyen durante toda la vida, en un proceso que integra a la familia, la comunidad, las organizaciones sociales y las instituciones educativas como parte de la cultura y el entorno natural donde convivimos y nos desarrollamos.



Solo una cultura que valore y cuide el agua puede asegurar que el recurso hídrico esté disponible en la calidad y cantidad que requiere el consumo humano para las próximas generaciones.

El desarrollo sostenible

El desarrollo sostenible es el que satisface las necesidades de las personas y de la sociedad en el presente, sin poner en peligro la capacidad de las generaciones futuras de producir y satisfacer las suyas propias.

El desarrollo sostenible busca cuidar y proteger la naturaleza y nos indica claramente que los **problemas ambientales** están más relacionados con los asuntos sociales y económicos del ser humano.

Al valorar el agua como parte de un modelo de desarrollo sostenible, asumimos una responsabilidad compartida en todas las actividades de uso del recurso hídrico.

Buenos hábitos para el cuidado del agua

Los hábitos constituyen un modo especial de actuar o proceder, son un modelo de conducta que aceptamos y se adquieren cuando los incorporamos en nuestra cotidianidad y llegan a ser parte de nuestra vida.



Al desarrollar buenos hábitos en el uso del agua, incorporamos a nuestra conducta nuevos valores que son necesarios para actuar como ciudadanos y ciudadanas ambientalmente responsables.

Acciones correctas en el uso del agua

Entre las acciones que debemos realizar al asumir de manera responsable nuestro liderazgo como ciudadano y ciudadana ambiental están las siguientes:

- Mantener cerrada la llave del tubo cuando no la estemos utilizando, ya sea al bañarnos, lavarnos las manos, etc.
- Al cepillarnos los dientes, es recomendable usar un vaso con agua para enjuagarnos en vez de tener abierto el tubo.
- Cerrar el tubo cuando ayudamos en la higiene de la casa al lavar los platos, vasos y utensilios de cocina o cuando bañamos a nuestra mascota.
- No usar el servicio sanitario como basurero y depositar el papel higiénico en el recipiente destinado para tal fin, así evitaremos obstrucciones en la cañería sanitaria.
- Informar de inmediato al docente o personal de limpieza si detectamos una fuga de agua, para que sea atendida y reparada.
- El patio y otras áreas del jardín escolar deben limpiarse con la escoba, evitando el desperdicio de agua.
- Si vamos a regar el jardín o las áreas verdes, debemos hacerlo temprano en la mañana o al atardecer, cuando el sol calienta con menor intensidad, para evitar evaporaciones, así las plantas aprovecharán más la humedad.
- Participar en actividades y proyectos que promuevan el cuidado del agua en nuestra institución educativa. ¡Todos podemos ser Vigilantes del Agua del AyA!



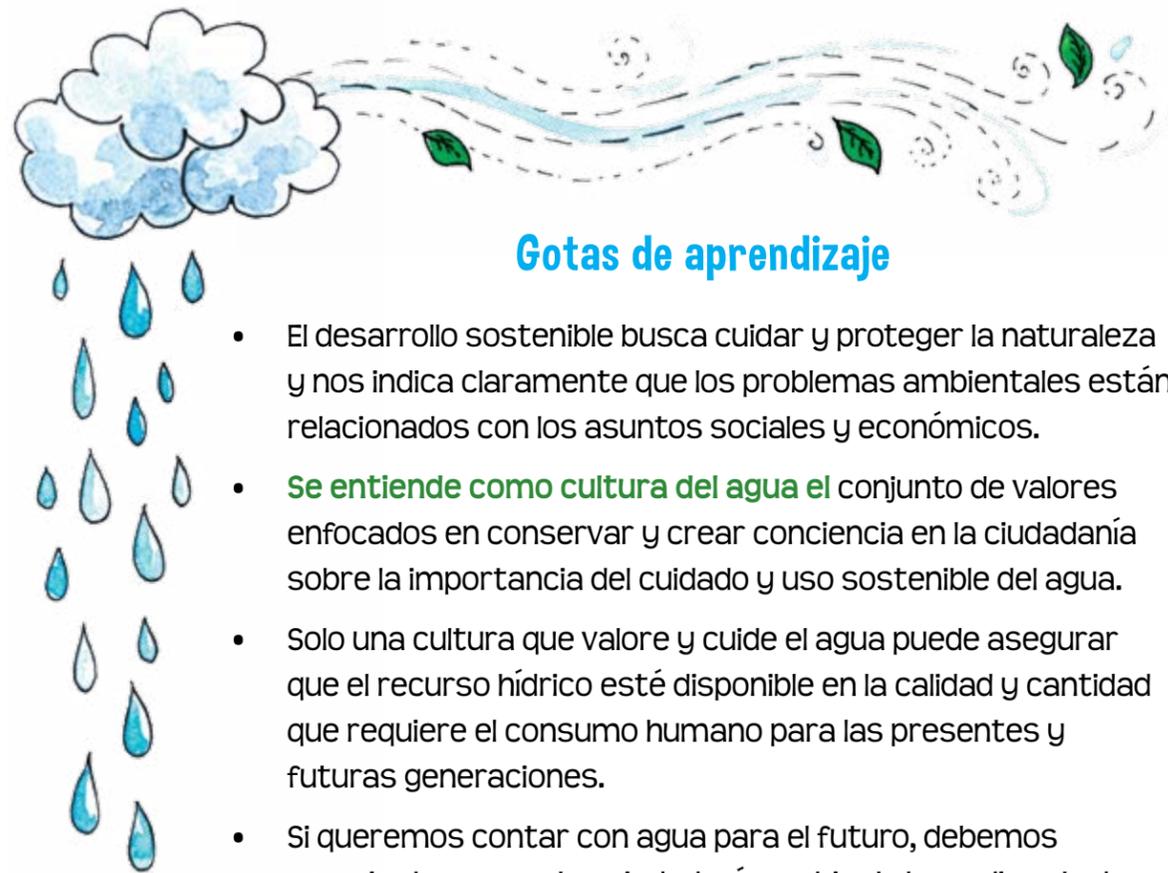
Programa Vigilantes del Agua

EL Programa Vigilantes del Agua fue creado en el año 2006 mediante un convenio entre el Ministerio de Educación Pública y el AyA. El programa establece el compromiso de ambas instituciones de procurar el óptimo uso del agua potable.

El objetivo de los Vigilantes del Agua es reducir el gasto y consumo del agua en los centros educativos, mediante el aprendizaje técnico para la detección y reparación de fugas y la promoción de un cambio de cultura en el estudiantado, mediante un uso óptimo y sostenible del agua potable.

El programa promueve la capacitación y concienciación en el uso sostenible y eficiente del recurso hídrico, mediante talleres y giras técnicas coordinadas con la dirección de cada centro educativo: una persona docente a cargo del programa y un grupo de estudiantes, todos con la misión de ser agentes multiplicadores en sus respectivas escuelas a fin de generar mayor conciencia, responsabilidad y valoración de este recurso, mejorar los hábitos de consumo y construir una nueva cultura del agua.

El Programa Técnico Educativo Vigilantes del Agua es un instrumento que se promueve en el marco del Programa Bandera Azul Ecológica (PBAE) (ver Anexo).



Gotas de aprendizaje

- El desarrollo sostenible busca cuidar y proteger la naturaleza y nos indica claramente que los problemas ambientales están relacionados con los asuntos sociales y económicos.
- **Se entiende como cultura del agua** el conjunto de valores enfocados en conservar y crear conciencia en la ciudadanía sobre la importancia del cuidado y uso sostenible del agua.
- Solo una cultura que valore y cuide el agua puede asegurar que el recurso hídrico esté disponible en la calidad y cantidad que requiere el consumo humano para las presentes y futuras generaciones.
- Si queremos contar con agua para el futuro, debemos asumir ahora nuestra ciudadanía ambiental y realizar todas las acciones que sean necesarias para proteger el recurso hídrico.
- 5. Los hábitos constituyen un modo especial de actuar, son un modelo de conducta que aceptamos y se adquieren cuando los incorporamos en nuestra cotidianidad y llegan a ser parte de nuestra vida.
- 6. El objetivo de los Vigilantes del Agua es reducir el gasto y consumo del agua en los centros educativos, mediante el aprendizaje técnico para la detección y reparación de fugas y la promoción de un cambio de cultura en el estudiantado, mediante un uso óptimo y sostenible del agua potable.

Anexo 1

El Programa “Sello de Calidad Sanitaria” (PSCS) del AyA consiste en otorgar un incentivo, representado por una bandera con estrellas, inicialmente se realizaba para los entes operadores de acueductos que realizaban una **gestión** eficiente. Posteriormente el premio se amplió a centros de salud, hoteles, centros recreativos y otros establecimientos que cumplan con los requisitos del programa y se preocupan por mantener y mejorar integralmente las condiciones de la infraestructura del lugar, de manera que esta permita abastecer con agua de la mejor calidad a la población local.

Su principal objetivo consiste en motivarlos a desarrollar actividades integrales, que permitan suministrar agua de consumo humano (ACH) de calidad potable en forma sostenible y en armonía con la naturaleza y la protección de sus recursos hídricos, motivando a la vez la participación y educación de la comunidad respectiva.

El galardón consiste en una bandera con el logotipo del programa. En 2012 se hicieron algunos cambios en el color, que pasó de blanco a celeste y se le añadieron logos alusivos a las seis categorías que premia el PSCS:

- PSCS para entes operadores de acueductos, que incluyen sistemas públicos y privados.
- PSCS para centros de salud (hospitales, clínicas, EBAIS)
- PSCS para restaurantes
- PSCS para hoteles
- PSCS para centros recreativos
- PSCS para otros establecimientos

Algunos objetivos del PSCS son:

- Motivar a los funcionarios de los entes suplidores de agua para consumo a desarrollar iniciativas tendientes a proteger y mejorar, de manera integral, la calidad del agua.
- Promover la protección de las fuentes de agua utilizadas para consumo humano, con el afán de brindar a las presentes y futuras generaciones el suministro de agua de calidad potable.
- Buscar el mejoramiento y sostenibilidad de la calidad de los servicios de agua, impulsando la excelencia en la cobertura, la continuidad y la calidad y optimizando las tarifas para cubrir el servicio y su desarrollo.
- Fomentar la capacitación en términos de protección ambiental y calidad del agua para los funcionarios que administran los acueductos, con el propósito de buscar el mejoramiento sostenible de la calidad del agua.
- Fomentar e interiorizar el ahorro de agua como factor cultural.
- Promover el uso de productos biodegradables.
- Implementar programas de control de calidad del agua para consumo humano y de piscinas.
- Mantener el aseo e higiene en las instalaciones.
- Evacuar en forma adecuada las excretas, mediante tratamiento y con el menor impacto sobre el Ambiente.
- Disponer adecuadamente de los desechos sólidos.
- Fomentar el reciclaje de los residuos.
- Inducir la cultura de “lavado de manos” entre funcionarios y clientes.
- Promover la disminución del uso de energía eléctrica y combustibles fósiles.
- Fomentar la participación de estos establecimientos en la IV Categoría del Programa Bandera Azul Ecológica (PBAE), que es “Cambio Climático”.



Anexo 2

Programa Bandera Azul Ecológica (PBAE)

La Bandera Azul Ecológica es un galardón y reconocimiento que se otorga anualmente y premia el esfuerzo y el trabajo voluntario en la búsqueda de la **conservación** y el desarrollo, en concordancia con la protección de los recursos naturales, la puesta en práctica de acciones para enfrentar el **cambio climático**, la búsqueda de mejores condiciones higiénico-sanitarias y la mejora de la salud pública de los habitantes de Costa Rica.

¿Quién administra el Programa Bandera Azul Ecológica?

La administración del PBAE está a cargo de un equipo interinstitucional conformado por el Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillados (AYA), el Instituto Costarricense de Turismo (ICT), el Ministerio de **Ambiente** y Energía (MINAE), el Ministerio de Salud (MINSa), la Cámara Nacional de Turismo (CANATUR), el Ministerio de Educación Pública (MEP), el Instituto Costarricense de Electricidad (ICE), la Red Costarricense de Reservas Naturales, el Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG), la Caja Costarricense de Seguro Social (CCSS) y la Asociación Empresarial para el Desarrollo (AED).

El PBAE está constituido por 10 categorías. Los participantes en cada una de ellas deben conformar Comités Locales Programa Bandera Azul Ecológica (CLPBAE) y formalizar su inscripción entre enero y marzo de cada año ante la Comisión Nacional del PBAE. Los CLPBAE deben elaborar un programa de trabajo que se presenta en el mes de abril, brindar seguimiento a las acciones para cumplir los parámetros obligatorios y complementarios y enviar los informes anuales a la Comisión Nacional en el mes de diciembre del período correspondiente.

Para los centros educativos existe una categoría que tiene dos propósitos:

1. Fomentar e implementar la filosofía de aseo e higiene en los estudiantes, el cuerpo docente y el personal administrativo de cada centro educativo.
2. Inducir a un cambio en la mentalidad de los estudiantes en beneficio del medio Ambiente, promoviendo así la sostenibilidad generacional del PBAE.

Para mayor información puede comunicarse a:

Teléfono (506) 2278-9013, (506) 2279-5118, (506) 22784811, (506) 2278-4616

Correo electrónico: banderazulecologica@aya.go.cr

Telefax (506) 2278-4516

Referencias bibliográficas

Acueductos y Alcantarillados. (2013). Folleto divulgativo. Vigilantes del Agua. Disponible en: http://vigilantesdelagua.com/documentos/vida_del_planeta.pdf

Acueductos y Alcantarillados (2013). Responsabilidad social y alianzas público-privadas para la gestión integral del agua potable y saneamiento. Disponible en: <http://www.aliarse.org/documentos/AYA.pdf>

Aguas superficiales y aguas subterráneas. Disponible en: http://www.unsa.edu.ar/introgeo/download/apoyobiblio/powerpoint/aguas_superficiales_aguas_subterraneeas.pdf

Ballesteros, M. (2013). Agenda del agua de Costa Rica. Disponible en: http://www.elfinancierocr.com/economia-y-politica/Agenda-Agua-Costa-Rica_ELFFIL20131031_0003.pdf

Bandera Azul Ecológica. Disponible en: <http://banderaazulecologica.org/>

Buena salud. Higiene en los niños: educación es el factor más importante. Disponible en: <http://www.buenasalud.com/lib/ShowDoc.cfm?LibDocID=3301&ReturnCatID=13>

Buendía, P & Palazón, F. (2011). El agua: Un recurso escaso. Disponible en: <http://www.mecd.gob.es/dctm/ministerio/educacion/que-estudiar/aprendizaje-largo-vida/recursos-educativos/2012-unidad-didactica-interactiva.pdf?documentId=0901e72b812780d2>

Buenos hábitos de aseo personal. Notas sobre salud y seguridad del California Childcare Health Program. Disponible en: http://www.ucsfchildcarehealth.org/pdfs/healthandsafety/hygsp081803_adr.pdf

Ciencias de la tierra. La Hidrosfera: El ciclo del agua. Disponible en: <http://cienciasdelatierra.blogspot.es/>

- Consejos para ahorrar agua. En: sitio web de la Ley para la Gestión Integral de Residuos N° 8839. Disponible en: <http://www.ley8839.go.cr/index.php/vida-sostenible/21-consejos-para-ahorrar-agua>
- Cumbre de la Tierra, Río de Janeiro. (1992). Programa 21: Capítulo 18. Protección de la Calidad y el Suministro de los Recursos de Agua Dulce: Aplicación de Criterios Integrados para el Aprovechamiento, Ordenación y Uso de los Recursos de Agua Dulce. Disponible en: <http://www.un.org/spanish/esa/sustdev/agenda21/agenda21spchapter18.htm>
- Diez Consejos para ahorrar agua (2013). Disponible en: www.periodicolasegundacr.com. http://www.periodicolasegundacr.com/index.php?option=com_content&view=article&id=163:existen-formas-de-preservar-el-liquido-vital&catid=86:ambiente-1&Itemid=571
- Diez enfermedades que transmite el agua. Disponible en: <http://topdiex.blogspot.com/2009/11/10-enfermedades-que-transmite-el-agua.html#.UwD9xPI50qh>
- Dobles Mora, R. (2008). Política hídrica nacional y la gestión del agua como recurso y como servicio. Disponible en: http://www.drh.go.cr/textos/balance/politica_hidrica_30nov09.pdf
- El agua en la tierra. Disponible en: http://recursostic.educacion.es/secundaria/edad/1esobiologia/1quincena6/1quincena6_contenidos_1a.htm
- Espinoza, C & Villalta, R. (2004). Primera etapa del plan de manejo integral del recurso hídrico: la estrategia nacional para la GIRH en costa rica. Estudio de caso sobre la contaminación de la cuenca de los ríos Virilla y Grande de Tárcoles. Disponible en: http://www.drh.go.cr/textos/estrategia/Estudio_de_caso_Rio_Tarcoles.pdf
- Hernández, M. (2007). Aspectos del uso y valoración del agua subterránea en el estado de Tlaxcala: Un análisis desde una perspectiva social. Disponible en: <http://www.eumed.net/tesis-doctorales/2007/lhr/10.htm>
- Instituto Meteorológico Nacional (IMN). El efecto ENOS y sus efectos en Costa Rica. Disponible en: http://www.imn.ac.cr/educacion/enos/eno_efcr11.html

- Jaime, J. (2007). Los 20 principios del agua. Biocenosis. El agua: recurso vital. 20(1-2): 106. Disponible en: <http://web.uned.ac.cr/biocenosis/index.php/ediciones-antteriores/6-volumen-20-1-2.html>
- Más que ciencia. Propiedades físico química del agua. Disponible en: <http://www.mas-que-ciencia.com/propiedades-fisicas-quimicas-del-agua>
- Mata, A. & Quevedo, F. (2005). Diccionario Didáctico de Ecología. San José: Editorial Universidad de Costa Rica.
- Molina, J & Sierra, C. (2005). La ciudadanía ambiental global. Folletos Nacionales de Costa Rica. Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN).
- Organización de las Naciones Unidas (ONU). (1992). Asamblea General. Declaratoria del Día Mundial del Agua. Disponible en: <http://www.un.org/documents/ga/res/47/a47r193.htm>
- Organización de las Naciones Unidas (ONU). (2003). Agua para todos, agua para la vida. <http://www.un.org/esa/sustdev/sdissues/water/WWDR-spanish-129556s.pdf>
- Organización de las Naciones Unidas. (2013). Día Mundial del Agua. <http://www.un.org/es/events/waterday/>
- Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO). (1996). Depósito de documentos. Ecología y enseñanza rural. Nociones ambientales básicas para profesores rurales y extensionistas. Tema 4: El Agua. Disponible en: <http://www.fao.org/docrep/006/w1309s/w1309s06.htm>
- Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO). (1999). Fichas técnicas de sexto de primaria. Introducción a la ecología y sus elementos. Depósito de documentos. Departamento de Desarrollo Sostenible. <http://www.fao.org/docrep/009/ah648s/ah648s07.htm>
- Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (UNESCO). (2010). Servicios ecosistémicos de regulación. Reservas de la biosfera. Disponible en: <http://unesdoc.unesco.org/images/0018/001877/187732s.pdf>
- Programa de Cambio Climático Costa Rica. Publicaciones. Disponible en: <http://cglobal.imn.ac.cr/documentos>

Propiedades físico químico del agua. Disponible en:

<http://www.um.es/molecula/sales02.htm>

Proyecto Ciudadanía Ambiental Global. (2005). Manual de ciudadanía ambiental global. Aguas internacionales. México.

Tips para el ahorro y cuidado del agua. Disponible en: <http://aguasaludable.net/ahorrodelagua.aspx>

Tréllez Solís, E. (2005). La ciudadanía ambiental global. Manual para docentes de educación básica de América Latina y el Caribe (PNUMA-UICN). Quito: Imprenta Mariscal.

Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN). (2012). Enfoque ecosistémico y gestión integrada del recurso hídrico. Disponible en: https://www.iucn.org/es/sobre/union/secretaria/oficinas/sudamerica/sur_trabajo/sur_agua/south_trab_agua_inic/south_agua_ee/

Universidad Estatal a Distancia (UNED). (2013). Serie sobre cambio climático recomendada por el MEP. Disponible en: <http://audiovisuales.uned.ac.cr/noticias/309-serie-sobre-cambio-climatico-recomendada-por-el-mep>

Vigilantes del Agua. (2013). Disponible en: <http://www.vigilantesdelagua.com/>



INSTITUTO COSTARRICENSE DE
ACUEDUCTOS Y ALCANTARILLADOS

