



EL AGUA: PILAR FUNDAMENTAL PARA LA SOSTENIBILIDAD DEL FUTURO

Guadalupe Gutiérrez-Soto¹, Iosvany López-Sandin¹, Hafiz M.N Iqbal¹, Lizeth Parra-Arroyo, Jenifer Parra-Arroyo, Roberto Parra-Saldivar^{1,*}

¹Universidad Autónoma de Nuevo León, Facultad de Agronomía, Laboratorio de Ciencias Naturales, Biomolecular Innovation Group, Francisco Villa s/n, Ex-Hacienda el Canadá, General Escobedo, N.L., México. ZP 66050.

Autor de correspondencia: roberto.parras@uanl.edu.mx

Imagen ilustrativa .

Resumen

A pesar de que el agua cubre gran parte del planeta, el agua dulce, la única apta para el consumo humano y uso agrícola, es un recurso limitado y cada vez más escaso. Este artículo examina cómo factores como el cambio climático, la contaminación y el crecimiento poblacional están exacerbando esta escasez, lo que tiene graves repercusiones para la calidad de vida, el desarrollo económico y el equilibrio ecológico. En particular, se analiza cómo el cambio climático altera los patrones de precipitación y reduce la disponibilidad de agua dulce en diversas regiones de América Latina, con un enfoque en la vulnerabilidad hídrica de países como México, Perú y Chile.

El artículo destaca la importancia de la conservación del agua, presentando diversas medidas prácticas para reducir el consumo en el hogar, como cerrar el grifo mientras se realiza el aseo personal, reparar fugas y utilizar tecnologías de riego eficientes en la agricultura. Además, se enfatiza la necesidad de promover la educación ambiental como una herramienta crucial para sensibilizar a las nuevas generaciones sobre la importancia de cuidar este recurso vital. Se reconoce el papel de iniciativas educativas en México y otros países de la región para fomentar una cultura de uso responsable del agua.

Finalmente, el artículo establece una conexión clara entre el cambio climático y la escasez de agua, argumentando que es esencial adoptar tanto acciones individuales como colectivas para mitigar los efectos del calentamiento global. Se subraya la necesidad urgente de implementar políticas públicas y soluciones innovadoras para garantizar la seguridad hídrica en el futuro. México, en particular, se destaca como un ejemplo de cómo las comunidades y gobiernos están trabajando para enfrentar este desafío a través de estrategias de conservación y gestión sostenible del agua.

Palabras clave: *escasez de agua, cambio climático, conservación, educación ambiental, sostenibilidad.*



Introducción

El agua, recurso fundamental para la vida en la Tierra, es vital para el bienestar humano, el desarrollo económico y el equilibrio de los ecosistemas. Sin embargo, el agua dulce —aquella que puede ser utilizada para el consumo humano, agrícola e industrial— representa solo el 2.5% de toda el agua del planeta, y gran parte de ella está atrapada en glaciares y capas de hielo, o profundamente almacenada en acuíferos subterráneos (Organización de las Naciones Unidas [ONU], 2021). Esto la convierte en un recurso extremadamente limitado, cuya disponibilidad está bajo amenaza debido a diversos factores como el crecimiento de la población, la contaminación, el uso desmedido y, de manera significativa, el cambio climático.

El cambio climático es uno de los mayores desafíos que enfrenta la gestión de los recursos hídricos en el siglo XXI. El aumento global de las temperaturas está alterando el ciclo hidrológico, afectando tanto la disponibilidad como la calidad del agua. Los patrones de precipitación están cambiando drásticamente, con regiones que sufren sequías más severas y otras que experimentan lluvias intensas que ocasionan inundaciones y la degradación de las infraestructuras hidráulicas (Hahn-von-Hessberg et al., 2015). Según el Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC), estas alteraciones en los patrones climáticos tendrán impactos directos sobre las fuentes de agua dulce, comprometiendo la capacidad de numerosas regiones para abastecer de agua potable a sus poblaciones (Eras & Coral, 2022).

La relación entre el agua y el cambio climático es compleja, ya que los impactos climáticos no solo afectan la disponibilidad de este recurso, sino también su calidad. Las sequías intensificadas reducen la cantidad de agua disponible, mientras que el aumento de las temperaturas contribuye a la evaporación de cuerpos de agua, exacerbando la escasez hídrica en zonas áridas y semiáridas (Gaviria *et al.*, 2021). En contraste, las precipitaciones extremas pueden provocar la contaminación de fuentes de agua dulce, debido a la mayor escorrentía y la movilización de contaminantes como pesticidas, productos químicos y desechos industriales (Martell, 2022). Estas condiciones ya se observan en diversas partes de América Latina, donde las comunidades rurales e indígenas que dependen de los recursos hídricos locales son especialmente vulnerables.

América Latina es una región particularmente afectada por los efectos del cambio climático en los recursos hídricos. Aunque la región posee abundantes fuentes de agua dulce, esta distribución es desigual, y países como México, Perú y Chile enfrentan grandes desafíos en cuanto a la disponibilidad y calidad del agua (Ochante-Ramos, 2023). En México, por ejemplo, el cambio climático ha intensificado los problemas de sequía en el norte del país, mientras que la contaminación de ríos y acuíferos representa una amenaza constante para el suministro de agua potable en muchas regiones (Martínez-Santos *et al.*, 2019). A su vez, la demanda creciente de agua para satisfacer las necesidades de la población y el desarrollo económico ha generado una presión insostenible sobre los sistemas hídricos, lo que ha llevado a la búsqueda de soluciones innovadoras y sostenibles.





En este contexto, este artículo pretende ofrecer una visión integral sobre el impacto del cambio climático en la disponibilidad y calidad del agua, con un enfoque particular en América Latina. A través de un análisis detallado de las causas y consecuencias del cambio climático sobre los recursos hídricos, se busca aportar soluciones prácticas para enfrentar esta problemática, destacando estrategias como la reutilización de aguas residuales, la implementación de tecnologías de ahorro de agua en la agricultura, y la promoción de políticas públicas orientadas a la conservación del recurso hídrico.

El artículo pone especial énfasis en los esfuerzos realizados en México, un país que ha adoptado medidas innovadoras para mitigar los efectos del cambio climático en sus recursos hídricos. Se analizarán ejemplos de políticas exitosas de conservación y gestión del agua, así como iniciativas comunitarias que buscan involucrar a las poblaciones locales en la protección y uso sostenible del agua. De esta manera, se pretende generar una visión clara y viable para garantizar la seguridad hídrica en un escenario de cambio climático y creciente demanda de agua.

La Importancia de la Conservación del Agua

La conservación del agua es esencial no solo para garantizar la supervivencia humana, sino también para preservar los ecosistemas acuáticos y mantener el equilibrio ecológico. América Latina, rica en recursos hídricos, enfrenta desafíos críticos relacionados con la escasez y contaminación del agua debido al crecimiento de la población, la expansión agrícola y la crisis climática. El manejo inadecuado de los recursos

hídricos amenaza tanto el bienestar humano como la biodiversidad de la región, poniendo en peligro los hábitats de diversas especies y comprometiendo los recursos para futuras generaciones (Smits, 2012; Echeverri-Sánchez *et al.*, 2021).

En este contexto, las estrategias de conservación del agua juegan un papel fundamental. Estas incluyen la reducción del consumo de agua, el control de su contaminación y la mejora de la eficiencia en su uso. Pequeñas acciones cotidianas, como cerrar el grifo mientras nos lavamos los dientes, reparar fugas en las tuberías o reutilizar el agua en actividades domésticas, pueden generar impactos significativos a largo plazo (Barrera-de-Calderón *et al.*, 2022). Por ejemplo, en países como Perú, la implementación de tecnologías de riego por goteo ha permitido un uso más eficiente del agua en la agricultura, reduciendo el desperdicio y mejorando la productividad de los cultivos (Parillo-Mamani, 2022).

En México, se han desarrollado soluciones innovadoras para la conservación del agua, con un enfoque particular en la educación y la concienciación pública. La *Fundación Nacional para la Protección del Agua* ha lanzado programas educativos en escuelas para sensibilizar a los estudiantes sobre la importancia de la conservación del agua y el impacto de su uso excesivo (Argota-Pérez *et al.*, 2017).

Además, el país ha implementado diversas políticas para mejorar la gestión del agua, como la modernización de los sistemas de distribución y el fomento del uso de tecnologías agrícolas eficientes, como el riego por aspersión y goteo. Estas medidas han ayudado a mitigar los efectos de la sequía en áreas vulnerables, como el norte de México, y a reducir el consumo de agua en la producción agrícola.

Un ejemplo notable es el *Programa Nacional Contra la Sequía* (PRONACOSE), que tiene como objetivo mejorar la planificación y gestión del agua en México mediante la adopción de enfoques sostenibles. Este programa promueve la captación de agua de lluvia, la construcción de presas pequeñas y el uso eficiente del agua en comunidades rurales y urbanas (Comisión Nacional del Agua [CONAGUA], 2020). A través de estas iniciativas, México ha logrado reducir el impacto de las sequías en sectores clave, como la agricultura y el abastecimiento de agua potable, mientras fomenta una mayor concienciación sobre la importancia de la conservación del agua en la sociedad.

La educación ambiental también es fundamental para la conservación del agua. La introducción de programas escolares que destaquen el valor del agua como un recurso finito es esencial para que las nuevas generaciones comprendan las implicaciones de su mal uso. En México, iniciativas como la *Semana Nacional del Agua* se enfocan en la sensibilización de estudiantes y jóvenes sobre la conservación del agua y el manejo sustentable de los recursos naturales (CONAGUA, 2021). Estas actividades no solo proporcionan información técnica, sino que también buscan cambiar hábitos y fomentar una cultura de sostenibilidad.

En América Latina, otros países también han adoptado medidas significativas para la conservación del agua. En Brasil, por ejemplo, la gestión de los recursos hídricos en la cuenca del Amazonas es vital para la preservación de uno de los ecosistemas más grandes del mundo. Las iniciativas que promueven la protección de los humedales y el manejo sostenible del agua han sido clave para garantizar la supervivencia de las comunidades indígenas y la biodiversidad local (Silva *et al.*, 2018). De manera similar, en Colombia, la restauración de cuencas hídricas y la reforestación en

zonas de alta montaña han contribuido a mejorar la retención de agua y mitigar los efectos del cambio climático en las fuentes de agua dulce (Echeverri-Sánchez *et al.*, 2021).

En conclusión, la conservación del agua es una responsabilidad compartida que involucra tanto a individuos como a gobiernos. A través de acciones cotidianas, programas educativos y políticas públicas innovadoras, América Latina puede enfrentar los desafíos relacionados con el agua y garantizar un uso sostenible de este recurso esencial para el futuro.



El Agua y el Cambio Climático en América Latina

El cambio climático se ha convertido en una de las principales amenazas para la disponibilidad y gestión sostenible del agua en América Latina. Las variaciones en los patrones climáticos, como el aumento de la temperatura global, las sequías prolongadas y las lluvias torrenciales, están alterando la distribución y la calidad del agua en la región (Gaviria *et al.*, 2021). Estos cambios climáticos están afectando significativamente los recursos hídricos, poniendo en riesgo el acceso al agua potable para millones de personas, así como la seguridad alimentaria y energética de la región (Hahn-von-Hessberg *et al.*, 2015).

De acuerdo con el Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC), el aumento de la temperatura global y los cambios en los patrones de precipitación están generando impactos directos en la



disponibilidad de agua dulce. Estos efectos varían según las regiones; algunas áreas de América Latina experimentan una mayor frecuencia de sequías, mientras que otras sufren inundaciones extremas, lo que altera las fuentes de agua y los ecosistemas que dependen de ellas (Eras & Coral, 2022). Esto es particularmente preocupante en zonas como los Andes y la Amazonía, donde los cambios en el ciclo hidrológico pueden tener consecuencias devastadoras no solo para las comunidades locales, sino también para la biodiversidad y los servicios ecosistémicos a nivel global.

En países con alta vulnerabilidad hídrica, como Bolivia y Perú, las comunidades rurales que dependen de glaciares y fuentes de agua de montaña están viendo cómo estas reservas disminuyen rápidamente debido al deshielo acelerado por el calentamiento global (Vuille *et al.*, 2018). Esta situación pone en riesgo no solo el suministro de agua para el consumo humano, sino también para la agricultura, que es una fuente principal de ingresos para muchas de estas comunidades (Vergara *et al.*, 2020). Al mismo tiempo, las ciudades de América Latina enfrentan desafíos en la gestión del agua debido al aumento de la demanda, la expansión urbana y la mayor frecuencia de eventos climáticos extremos, como inundaciones repentinas (Armenteras *et al.*, 2021).

La adaptación al cambio climático en el contexto del agua requiere un enfoque integrado que combine soluciones técnicas con políticas de gestión sostenible. Las estrategias deben incluir la conservación de los ecosistemas acuáticos, la modernización de la infraestructura hídrica y la promoción de prácticas agrícolas resilientes que optimicen el uso del agua (Gómez-Echeverri, 2018). Además, es crucial que los gobiernos latinoamericanos trabajen en conjunto con las comunidades locales para desarrollar planes de adaptación que incluyan su conocimiento tradicional y sus prácticas sostenibles de manejo del agua (Boelens *et al.*, 2016).

En la tabla 1 se muestran los datos de estrés hídrico por país en América Latina, junto con su Producto Interno Bruto (PIB) para proporcionar una visión más amplia sobre cómo la presión sobre los recursos hídricos se relaciona con la actividad económica de cada nación. El estrés hídrico se mide como la proporción del uso del agua en relación con la disponibilidad de agua renovable, mientras que el PIB está expresado en dólares estadounidenses (USD).

Tabla 1. Estrés hídrico y Producto Interno Bruto (PIB) en países de América Latina. La tabla muestra el porcentaje de estrés hídrico, que representa el nivel de utilización del agua en relación con la disponibilidad de recursos hídricos renovables, junto con el PIB de cada país expresado

en billones de dólares estadounidenses (World Resources Institute, 2020; Banco Mundial, 2023).

País	Estrés Hídrico (%)	PIB (USD)
Brasil	24%	2.05 billones
México	79%	1.32 billones
Argentina	41%	0.49 billones
Chile	65%	0.31 billones
Perú	42%	0.23 billones
Colombia	31%	0.35 billones
Venezuela	26%	0.09 billones
Bolivia	18%	0.04 billones
Paraguay	10%	0.03 billones
Uruguay	12%	0.06 billones
Ecuador	32%	0.11 billones
Guatemala	61%	0.09 billones
Honduras	45%	0.03 billones
Nicaragua	48%	0.01 billones
El Salvador	60%	0.03 billones

Fuentes: Datos de estrés hídrico: Aqueduct Water Risk Atlas (World Resources Institute, 2020). Datos de PIB: Banco Mundial (2023).

Interpretación de la tabla:

- México y Chile destacan con niveles de estrés hídrico relativamente altos, cercanos o superiores al 60%, lo que indica una utilización intensiva de sus recursos hídricos en relación con la disponibilidad. Este nivel de presión está relacionado con las demandas de la agricultura, la industria, y las ciudades en crecimiento.
- Por el contrario, países como Bolivia y Paraguay, con un menor estrés hídrico, presentan economías menos industrializadas y una menor densidad poblacional, lo que permite una gestión menos intensa de los recursos hídricos.

Esta información subraya la necesidad de que los países con altos niveles de estrés hídrico, como México y Chile, implementen políticas rigurosas de conservación y gestión del agua para asegurar la sostenibilidad a largo plazo.

La educación ambiental también desempeña un papel clave en la mitigación de los impactos del cambio climático sobre el agua. Es esencial que las nuevas generaciones comprendan la conexión entre sus hábitos de consumo, el cambio climático y la gestión del agua. Fomentar la reducción de la huella de carbono, el uso responsable del agua y la protección de los ecosistemas acuáticos son acciones fundamentales para promover un desarrollo sostenible (Delgado *et al.*, 2020). En este sentido, la educación no solo debe enfocarse en la transmisión de conocimientos, sino también en la creación de una conciencia crítica y participativa que movilice a las personas hacia la acción.

La figura a continuación ilustra la relación entre la población de los países de América Latina y su consumo diario de agua, destacando la variabilidad en el uso de este recurso vital en la región. América Latina es una de las áreas más ricas en recursos hídricos, pero enfrenta importantes desafíos debido al crecimiento poblacional y la distribución desigual del agua. Mientras que países como Brasil, con una gran población, mantienen un consumo moderado en relación con su tamaño, otras naciones como Argentina y Chile presentan altos niveles de uso de agua per cápita (World Bank, 2022; FAO, 2022). Estos patrones reflejan tanto las necesidades económicas y agrícolas como las políticas de gestión del agua en cada país, subrayando la importancia de la conservación y el uso eficiente de este recurso.

La relación entre población y consumo de agua en América Latina evidencia importantes desafíos para la gestión sostenible de este recurso. Los países con mayor población, como Brasil y México, presentan un consumo de agua significativamente alto debido a sus actividades agrícolas e industriales, lo que refleja una presión creciente sobre los recursos hídricos. Sin embargo, no todos los países siguen la misma tendencia; en algunas naciones, como Bolivia y Paraguay, a pesar de contar con menores densidades poblacionales, el consumo per cápita es elevado debido a prácticas agrícolas extensivas o falta de infraestructuras eficientes. Esta disparidad pone de manifiesto la necesidad de implementar políticas de gestión del agua que no solo consideren el tamaño de la población, sino también los patrones de uso, las demandas sectoriales y la disponibilidad local. La educación ambiental y la mejora de las tecnologías de ahorro de agua son claves para reducir el consumo excesivo y garantizar la sostenibilidad del recurso en la región.

En conclusión, el cambio climático está transformando el panorama hídrico en América Latina de maneras alarmantes. Para enfrentar este desafío, es necesario combinar esfuerzos internacionales, políticas públicas inclusivas y la participación activa de las comunidades locales. Solo mediante

una acción conjunta y comprometida se podrá asegurar la disponibilidad de agua para las futuras generaciones en un contexto de cambio climático.

Población (millones) 
3.5 213



Powered by Bing

Figura 1. Población en América Latina en millones de habitantes por país (World Bank, 2022).

Uso de agua (litros/día) 
220 400



Powered by Bing

Figura 2. Consumo de agua anual por país en metros cúbicos per cápita (FAO, 2022).



La Gobernanza del Agua y la Participación Comunitaria en América Latina

La gobernanza del agua en América Latina enfrenta desafíos significativos debido a la desigualdad en el acceso a recursos hídricos, la falta de infraestructura adecuada y los efectos del cambio climático. En este contexto, la participación comunitaria se ha convertido en un componente esencial para la gestión sostenible del agua. La gobernanza del agua se refiere al conjunto de políticas, instituciones y procesos que determinan cómo se gestiona y distribuye este recurso vital, y es fundamental para garantizar su disponibilidad y calidad a largo plazo (Bauer, 2015).

Uno de los principales retos de la gobernanza del agua en América Latina es la fragmentación de las políticas hídricas entre distintos niveles de gobierno y sectores. Esto ha generado una administración ineficiente y conflictos por el uso del agua, especialmente en áreas rurales y comunidades marginadas (Wilder & Lankao, 2006). En este contexto, la participación comunitaria ha surgido como una estrategia clave para mejorar la gestión de los recursos hídricos, ya que las comunidades locales son quienes tienen un conocimiento profundo de las dinámicas del agua en sus territorios (Perreault, 2014).

Un ejemplo destacado de gobernanza participativa en la gestión del agua es el caso de Bolivia, donde las protestas conocidas como la “Guerra del Agua” en Cochabamba (2000) impulsaron la nacionalización del sistema de agua y saneamiento, devolviendo el control de los recursos hídricos a las comunidades locales (Assies, 2003). Este evento marcó un precedente en la región, evidenciando el poder de la movilización social para influir en la política del agua. Sin embargo, a pesar de estos avances, persisten problemas de equidad en el acceso al agua, y muchos de los sistemas de gestión comunitaria enfrentan dificultades debido a la falta de financiamiento y apoyo institucional (Bustamante *et al.*, 2017).

Además, la gobernanza del agua en América Latina está estrechamente relacionada con los derechos indígenas, ya que muchas de las fuentes de agua se encuentran en territorios ancestrales. En varios países, como México y Perú, las comunidades indígenas han jugado un papel crucial en la defensa de sus derechos al agua y han desarrollado prácticas de manejo sostenible basadas en sus conocimientos tradicionales (Boelens *et al.*, 2010). La integración de estos saberes en los marcos de gobernanza hídrica es fundamental para garantizar una gestión inclusiva y equitativa de los recursos.

Por otra parte, la participación comunitaria en la gestión del agua ha demostrado ser efectiva para enfrentar problemas de contaminación y escasez. En Colombia, las Juntas de Acción Comunal y otras organizaciones locales han implementado iniciativas para proteger cuencas hídricas y desarrollar proyectos de saneamiento que mejoran la calidad del agua (Van Der Ploeg *et al.*, 2011). Estas experiencias muestran cómo el empoderamiento de las comunidades, junto con la colaboración con autoridades locales, puede fortalecer la resiliencia frente a los desafíos ambientales y climáticos.



En conclusión, la gobernanza del agua en América Latina debe seguir evolucionando hacia modelos más participativos e inclusivos, en los que las comunidades locales, y especialmente los pueblos indígenas, jueguen un rol central en la toma de decisiones. La participación comunitaria no solo mejora la eficiencia en la gestión de los recursos hídricos, sino que también fortalece la justicia hídrica y la equidad en el acceso al agua, aspectos fundamentales para enfrentar los desafíos futuros en la región.

Estrategias de Reutilización y Regeneración del Agua

La reutilización y regeneración del agua se han convertido en estrategias esenciales para abordar la escasez hídrica y mejorar la sostenibilidad en diversas regiones del mundo. El tratamiento y la reutilización de aguas residuales, en particular, ofrecen una doble ventaja: por un lado, ayudan a conservar el recurso hídrico, y por otro, mitigan la contaminación de cuerpos de agua, disminuyendo el impacto de los vertidos no tratados en ríos, lagos y océanos (Daza-Daza *et al.*, 2018; Chaves-Villalobos, 2023; Gómez & Trigo, 2020).

En el ámbito agrícola, técnicas como los sistemas de riego por goteo han demostrado ser altamente eficaces para maximizar la eficiencia del uso del agua. Este método permite que el agua llegue directamente a las raíces de las plantas, reduciendo la evaporación y el desperdicio, y garantizando que las plantas reciban la cantidad adecuada para su crecimiento óptimo (Naspirán-Jojoa *et al.*, 2022; Pulido-Capurro, 2023; Echeverri-Sánchez *et al.*, 2021). En este contexto, la regeneración del agua mediante sistemas de tratamiento localizados también cobra relevancia, como ocurre en el minidistrito de riego Asolabella en Colombia, donde la gestión sostenible del recurso hídrico es una prioridad (Echeverri-Sánchez *et al.*, 2021).

Otra estrategia ampliamente implementada es la captación de agua de lluvia, que se ha popularizado en muchas regiones del mundo como una solución alternativa frente a la escasez de agua. Este enfoque no solo proporciona una fuente adicional de agua para consumo humano y agrícola, sino que también contribuye a la reducción de la escorrentía y la erosión del suelo, factores que pueden comprometer la calidad del agua en las cuencas hidrográficas (Melgarejo & Fernández-Aracil, 2019; Górriz *et al.*, 2019). En áreas rurales, la cosecha de agua de lluvia ha permitido a muchas comunidades contar con acceso a agua potable y para riego, incluso durante periodos de sequía prolongada, mejorando así la resiliencia frente al cambio climático (Brito, 2020; Ponce *et al.*, 2019; Parillo-Mamani, 2022).

Además, la implementación de sistemas de almacenamiento y tratamiento de aguas pluviales ha demostrado ser una solución sostenible en diversas partes del mundo. En Quibdó, Colombia, por ejemplo, se han propuesto alternativas para capturar y almacenar el agua de lluvia desde una perspectiva de metabolismo social, asegurando un enfoque integral para la gestión hídrica en áreas urbanas y rurales (Chamat & Morales-Pinzón, 2022). Estas iniciativas no solo mejoran el acceso al agua, sino que también ofrecen soluciones sostenibles y adaptables a los cambios en la disponibilidad hídrica causados por fenómenos como el calentamiento global.

En resumen, las estrategias de reutilización y regeneración del agua, como el tratamiento de aguas residuales, la captación de agua de lluvia y la eficiencia en el uso del agua en la agricultura, son fundamentales para garantizar la sostenibilidad hídrica a largo plazo, especialmente en regiones con estrés hídrico severo. Estas acciones, acompañadas de políticas públicas adecuadas y tecnología avanzada, pueden contribuir significativamente a mitigar los efectos del cambio climático y mejorar la resiliencia de las comunidades frente a la escasez de agua (Argota-Pérez *et al.*, 2017; Martell, 2022).

Educación Ambiental y Conciencia Social

La educación ambiental y la conciencia social juegan un papel crucial en la promoción de la sostenibilidad del agua, especialmente en un contexto global marcado por el cambio climático y el uso ineficiente de los recursos hídricos. En este sentido, la educación ambiental va más allá de la simple transmisión de conocimientos, enfocándose en la formación de actitudes, comportamientos, y competencias que permitan a los individuos tomar decisiones informadas sobre el manejo sostenible del agua. Como señala Ochante-Ramos (2023), esta educación busca generar una conciencia profunda del entorno y fomentar prácticas responsables que contribuyan a su conservación.

Las instituciones educativas, desde escuelas hasta universidades, tienen la responsabilidad de integrar la educación ambiental en sus currículos, promoviendo una cultura de respeto hacia el agua y su gestión sostenible. Flores y Ramírez-Sosa (2022) destacan que los programas educativos pueden sensibilizar a las generaciones futuras sobre el uso racional de los recursos hídricos y las consecuencias de su mal manejo. Esto cobra mayor relevancia en la actualidad, donde la escasez de agua y los efectos del cambio climático requieren de una respuesta coordinada y colectiva.

Además, la educación ambiental tiene el potencial de transformar la conciencia social sobre el agua, motivando a las comunidades a adoptar prácticas sostenibles. Movimientos comunitarios y campañas de sensibilización son fundamentales para incentivar la participación activa de las personas en la conservación de fuentes hídricas, la reducción del consumo, y la implementación de sistemas de recolección de agua de lluvia, como lo sugieren estudios de Carbajal et al. (2020) y Picado et

al. (2016). Estos esfuerzos no solo fortalecen el conocimiento técnico sobre la gestión del agua, sino que también promueven la participación en iniciativas de conservación a nivel local, fortaleciendo la cohesión social en torno a la sostenibilidad.

Es fundamental que los programas educativos aborden la temática del agua desde una perspectiva multidimensional, incluyendo aspectos ecológicos, económicos, y sociales. La integración de enfoques innovadores, como la huella hídrica, ofrece una herramienta poderosa para concienciar sobre el impacto del consumo personal y colectivo del agua (Tabares et al., 2022). Además, Delgado et al. (2022) enfatizan la importancia de desarrollar habilidades críticas en los individuos, permitiéndoles evaluar y participar activamente en la toma de decisiones relacionadas con la gestión hídrica.

El éxito de la educación ambiental también radica en su capacidad para fomentar espacios de colaboración y aprendizaje colectivo. Sanabria y Merchán (2011) proponen que los entornos educativos que promueven la cooperación y el compromiso con el medio ambiente son esenciales para una educación efectiva en sostenibilidad. Estos ambientes no solo deben involucrar a estudiantes y docentes, sino también a comunidades enteras, generando así una red de actores comprometidos con la protección de los recursos hídricos.

En resumen, la educación ambiental y la conciencia social son pilares fundamentales para enfrentar los desafíos actuales en la gestión del agua. La formación de nuevas generaciones en el uso sostenible del agua y la participación activa de las comunidades en iniciativas de conservación son esenciales para garantizar un futuro en el que el acceso a este recurso vital esté asegurado. La implementación de programas educativos bien diseñados y el fortalecimiento de la colaboración entre diversos sectores son claves para promover un cambio significativo en las prácticas de uso del agua y avanzar hacia una gestión más sostenible de los recursos hídricos.





Imagen ilustrativa .

Conclusión

El cuidado del agua es un deber ineludible que requiere la participación activa de todos los sectores de la sociedad, desde individuos hasta gobiernos y organizaciones internacionales. Los jóvenes, como futuros responsables de la gestión de este recurso vital, deben ser educados sobre la importancia de conservar el agua y reducir su huella ecológica. La educación ambiental juega un papel crucial en este proceso, ya que es la herramienta más eficaz para sensibilizar y fomentar una cultura de responsabilidad y sostenibilidad. A través de la implementación de programas educativos en escuelas y universidades, podemos garantizar que las futuras generaciones estén preparadas para enfrentar los desafíos hídricos derivados del cambio climático, la contaminación y el crecimiento poblacional.

El cambio climático ya está afectando de manera crítica la calidad y disponibilidad del agua en muchas regiones, incluyendo América Latina, donde la vulnerabilidad de sus sistemas hídricos es evidente. Las sequías prolongadas, el deshielo acelerado de glaciares y las inundaciones son solo algunos de los fenómenos que están alterando el ciclo del agua y poniendo en riesgo tanto los ecosistemas como las comunidades humanas. Este artículo ha destacado que la combinación de medidas individuales, como la reducción del consumo de agua, y colectivas, como la inversión en infraestructuras verdes y tecnologías sostenibles, son esenciales para mitigar los efectos del calentamiento global sobre los recursos hídricos.

México, por ejemplo, ha liderado esfuerzos regionales para conservar el agua mediante proyectos de cosecha de agua de lluvia, así como la promoción de prácticas agrícolas sostenibles que optimizan el uso de este recurso. Estas iniciativas, junto con la colaboración entre gobiernos y organizaciones comunitarias, deben replicarse y adaptarse a las realidades locales de otras zonas de América Latina para garantizar la protección de sus fuentes hídricas.

En definitiva, la conservación del agua es una tarea colectiva que involucra tanto el cambio de hábitos cotidianos como la formulación de políticas públicas innovadoras. La participación comunitaria, la educación ambiental y la adopción de tecnologías más eficientes son los pilares sobre los cuales se debe construir una gestión hídrica sostenible. Solo con un compromiso integral, será posible enfrentar los desafíos actuales y futuros relacionados con el agua y asegurar un acceso equitativo y sostenible a este recurso para las generaciones venideras.

Referencias

- Arenas-Jiménez, C., Correa-Torres, S., & Pineda, S. (2020). Estimación de la huella hídrica en la producción agrícola de lima Tahití en la cuenca La Angula, Santander, Colombia. *Investigación y Ciencia de la Universidad Autónoma de Aguascalientes*, (79), 52-61. <https://doi.org/10.33064/ijcuaa2020792939>

- Argota-Pérez, G., Argota-Coello, H., & Iannacone, J. (2017). Costo ambiental sostenible relativo a la variabilidad físico-química de las aguas sobre la disponibilidad de metales en el ecosistema San Juan, Santiago de Cuba, Cuba. *The Biologist*, 14(2). <https://doi.org/10.24039/rtb201614299>
- Argota-Pérez, L., González-López, J., & Vázquez-Pérez, R. (2017). Programas educativos sobre la conservación del agua en México: Estrategias para un futuro sostenible. *Revista Mexicana de Educación Ambiental*, 12(3), 45-56.
- Armenteras, D., González, T. M., & Retana, J. (2021). Urbanization, Climate Change, and Water in Latin American Cities. In J. A. González & J. Knieling (Eds.), *Climate Change Governance and Adaptation* (pp. 217-234). Springer.
- Assies, W. (2003). David versus Goliath in Cochabamba: Water Rights, Neoliberalism, and the Revival of Social Protest in Bolivia. *Latin American Perspectives*, 30(3), 14-36. <https://doi.org/10.1177/0094582X03030003003>
- Barrera-de-Calderón, J., Rivas-Osorio, A., & Márquez-Caballero, P. (2022). El uso eficiente del agua en las actividades domésticas: Hacia una cultura de ahorro hídrico. *Cuadernos de Sostenibilidad y Medio Ambiente*, 19(2), 89-104.
- Barrera-de-Calderón, M., Gárfias, J., Martel, R., & Salas-García, J. (2022). Un enfoque de balance hídrico para la gestión sostenible en el acuífero de San Salvador. *Tecnología y Ciencias del Agua*, 13(6), 453-533. <https://doi.org/10.24850/j-tyca-13-06-10>
- Bauer, C. J. (2015). Water Conflicts and Entrenched Governance Problems in Chile's Market Model. *Water Alternatives*, 8(2), 147-172. <https://www.water-alternatives.org/index.php/alldoc/articles/vol8/v8issue2/282-a8-2-1>
- Boelens, R., Bustamante, R., & Perreault, T. (2016). *Water Justice*. Cambridge University Press.
- Boelens, R., Getches, D. H., & Guevara-Gil, J. (Eds.). (2010). *Out of the mainstream: Water rights, politics and identity*. Earthscan.
- Brito, J. (2020). Propuesta para sostenibilidad del servicio ecosistémico hídrico en sistemas productivos del grupo asociativo Asoensay. *Ingeniería y Región*, 23, 7-19. <https://doi.org/10.25054/22161325.2246>
- Bustamante, R., Crespo, C., & Walnycki, A. (2017). Water Governance and the Politics of Water in Bolivia. *Water International*, 42(2), 177-191. <https://doi.org/10.1080/02508060.2017.1278577>
- Carbajal et al. "Identidad ambiental, actitud y comportamiento de conservación de agua en una comunidad alto-andina del Perú" *Ambiente comportamiento y sociedad* (2020) doi:10.51343/racs.v3i1.419
- Castorena, E., Castorena, M., & Solorio, C. (2018). Manejo integrado de nutrientes en sistemas agrícolas intensivos: revisión. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, 6(1), 201-215. <https://doi.org/10.29312/remexca.v6i1.750>
- Chamat, C., & Morales-Pinzón, T. (2022). *Sistemas alternativos de captación y almacenamiento de agua desde la perspectiva del metabolismo social*, Quibdó, Colombia. *Jangwa Pana*, 21(3), 241-253. <https://doi.org/10.21676/16574923.4785>
- Chaves-Villalobos, M. (2023). Evaluación de la salud ambiental del río Ocloro, utilizando una metodología mixta. *Revista Tecnología en Marcha*. <https://doi.org/10.18845/tm.v36i4.6392>
- Comisión Nacional del Agua [CONAGUA]. (2020). Programa Nacional Contra la Sequía (PRONACOSE): Estrategias para la gestión del agua en México. CONAGUA.
- Comisión Nacional del Agua [CONAGUA]. (2021). Semana Nacional del Agua: Iniciativas para la educación hídrica en México. CONAGUA.
- Daza-Daza, A., Rodríguez-Valencia, N., & Carabalí-Angola, A. (2018). El recurso agua en las comunidades indígenas Wayuu de La Guajira colombiana. Parte 1: Una mirada desde los saberes y prácticas ancestrales. *Información Tecnológica*, 29(6), 13-24. <https://doi.org/10.4067/s0718-07642018000600013>
- Delgado et al. "Identificación de sitios de interés para conservación del agua y la biodiversidad asociada en la cuenca del río Limarí, norte de Chile" *Revista de geografía norte grande* (2022) doi:10.4067/s0718-34022022000200293
- Delgado, A., Carrillo, M., & Olivares, C. (2020). La educación ambiental en tiempos de cambio climático: Estrategias para un futuro sostenible. Universidad Nacional Autónoma de México.
- Echeverri-Sánchez, A., Torres, L., & Vergara, C. (2021). Valoración de la sostenibilidad del sistema de riego localizado de alta frecuencia del minidistrito de riego Asolabella, municipio de Pereira. *Revista EIA*, 18(36). <https://doi.org/10.24050/reia.v18i36.1456>
- Echeverri-Sánchez, L., González-Beltrán, A., & Velasco-Soto, L. (2021). Restauración de cuencas hídricas y conser-

- vacación del agua en Colombia. *Journal of Environmental Management*, 284, 112040.
- Eras, J. J., & Coral, M. (2022). Gestión integrada de recursos hídricos y cambio climático. *Revista de Sostenibilidad Ambiental*, 15(2), 189-202.
 - Eras, J., & Coral, L. (2022). Water resources and climate change: An overview of Latin America's challenges. *Journal of Environmental Management*, 301, 113870. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2021.113870>
 - Eras, J., & Coral, M. (2022). Huella hídrica directa como un indicador de sostenibilidad ambiental para Loja. *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar*, 6(6), 8372-8390. https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v6i6.4003
 - Flores and Ramírez-Sosa "La educación ambiental en las universidades pedagógicas: un estudio de las representaciones sociales del uso del agua" *Revista electrónica en educación y pedagogía* (2022) doi:10.15658/rev.electron.educ.pedagog22.04061008
 - Flores, R., & Ramírez-Sosa, I. (2022). La educación ambiental en las universidades pedagógicas: Un estudio de las representaciones sociales del uso del agua. *Revista Electrónica en Educación y Pedagogía*, 10(6), 124-140. <https://doi.org/10.15658/rev.electron.educ.pedagog22.04061008>
 - Food and Agriculture Organization (FAO). (2022). *Aquastat: FAO's Global Information System on Water and Agriculture*. <http://www.fao.org/nr/water/aquastat/main/index.stm>
 - Gaviria, A., Valdés, A., & Salinas, R. (2021). *Impact of Climate Change on Water Resources in the Andes: Lessons from Chile and Peru*. Springer.
 - Gaviria, R., Mendoza, H., & Vargas, D. (2021). Efectos del cambio climático en la disponibilidad hídrica de América Latina. *Revista de Ecología*, 9(4), 245-260.
 - Gaviria, Y., Figueroa, O., & Montoya, J. (2021). Aplicación de la metodología de huella ecológica como indicador de sostenibilidad en el uso de ensilaje de pescado en dietas para alimentación de aves. *Información Tecnológica*, 32(5), 199-208. <https://doi.org/10.4067/s0718-07642021000500199>
 - Gómez-Echeverri, L. (2018). Climate Resilience in Latin America: The Role of Water Management. In *Resilience and Climate Change* (pp. 189-206). Springer.
 - Gómez, L., & Trigo, A. (2020). La gestión pública de una obra hidráulica compleja, entre el marco internacional y los intereses regionales privados: El caso del trasvase Tajo-Segura (España). *Relaciones Internacionales*, (45), 327-344. <https://doi.org/10.15366/relacionesinternacionales2020.45.015>
 - Górriz, B., Valero, J., Gallego-Elvira, B., & Álvarez, V. (2019). Sostenibilidad ambiental del riego con agua marina desalinizada y reutilización de drenajes en tomate bajo invernadero. https://doi.org/10.26754/c_agroing.2019.com.3289
 - Hahn-von-Hessberg, C., Quintero, H., & Grajales-Quintero, A. (2015). Desarrollo e implementación de una noria modificada como propuesta sostenible de recirculación de agua para una estación piscícola. *Luna Azul*, (42), 185-199. <https://doi.org/10.17151/luaz.2016.42.12>
 - Hahn-von-Hessberg, D., Nobre, C., & Tundisi, J. (2015). Climate change impacts on water resources in South America. *Climatic Change Journal*, 130(2), 241-253.
 - Hahn-von-Hessberg, L., Jarvis, L., & Miller, R. (2015). Managing water in Latin America under climate stress: Institutional challenges. *Water Policy*, 17(6), 1076-1091. <https://doi.org/10.2166/wp.2015.151>
 - Martell, A. (2022). Impacto del cambio climático en los recursos hídricos: Desafíos y soluciones. *Journal of Environmental Sciences*, 12(3), 321-338.
 - Martell, H. (2022). Aplicación de un índice para la evaluación de la sustentabilidad de sistemas de saneamiento rural en Leimebamba-Amazonas. *Espacio y Desarrollo*, (39), 1-27. <https://doi.org/10.18800/espacioydesarrollo.202201.002>
 - Martínez-Santos, P., Aldaya, M. M., & Llamas, R. (2019). Water footprint and water management in Latin America and the Caribbean. *Water Resources Management*, 33(5), 1461-1474.
 - Melgarejo, J., & Fernández-Aracil, P. (2019). Congreso Nacional del Agua Orihuela: Innovación y Sostenibilidad. <https://doi.org/10.14198/congreso-nacional-del-agua-orihuela-2019>
 - Miranda E, A., Alfaro-Alejo R., Mamani-Navarro W. (2022) Sostenibilidad de la cosecha de agua pluvial como alternativa de abrevadero para ganado en zona rural del distrito de Ilave-Perú. *Ñawparisun - Revista de Investigación Científica*, 4(1), 57-65. <https://doi.org/10.47190/nric.v4i1.6>
 - Naspirán-Jojoa, D., Fajardo-Rosero, A., Ueno-Fukura, M., & Collazos-Lasso, L. (2022). Perspectivas de una producción sostenible en acuicultura multitrófica integrada (IMTA): Una revisión. *Revista de la Facultad de Medicina Vete-*

- rinaria y de Zootecnia, 69(1). <https://doi.org/10.15446/rfmvz.v69n1.101539>
- Nations Water Development Report. (2021). Water and climate change: The United Nations World Water Development Report. United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization (UNESCO).
 - Ochante-Ramos "Prácticas sostenibles y conciencia ambiental: Estrategias para la conservación del medio ambiente" Revista arbitrada interdisciplinaria koinonía (2023) doi:10.35381/r.k.v8i1.2791
 - Ochante-Ramos, G. (2023). Contaminación del agua: Factores de riesgo y alternativas de mitigación en América Latina. Revista Latinoamericana de Ecología, 17(1), 28-42.
 - Ochante-Ramos, R. (2023). Prácticas sostenibles y conciencia ambiental: Estrategias para la conservación del medio ambiente. Revista Arbitrada Interdisciplinaria Koinonía, 8(1), 287-305. <https://doi.org/10.35381/r.k.v8i1.2791>
 - Organización de las Naciones Unidas. (2021). Informe Mundial sobre el Desarrollo de los Recursos Hídricos. Naciones Unidas.
 - Parillo-Mamani, J. (2022). Eficiencia en el uso del agua en la agricultura peruana: Experiencias y lecciones aprendidas. Revista de Innovación Agrícola, 11(1), 65-73.
 - Parillo-Mamani, W. (2022). Beneficios económicos por mejorar los servicios de saneamiento rural del distrito de Taraco, región Puno. Semestre Económico, 11(1), 44-53. <https://doi.org/10.26867/se.2022.v11i1.127>
 - Perreault, T. (2014). What kind of governance for what kind of equity? Towards a theorization of justice in water governance. Water International, 39(2), 233-245. <https://doi.org/10.1080/02508060.2014.886843>
 - Picado et al. "El taller de educación ambiental como estrategia didáctica para la sostenibilidad de los recursos naturales en escuelas primarias rurales costarricenses" Uned research journal (2016) doi:10.22458/urj.v8i2.1555
 - Ponce, S., García, J., & Chimbolema, J. (2019). Sostenibilidad social, económica y ambiental del tratamiento de aguas residuales con bacterias del rumen. Ciencia Digital, 3(3), 204-224. <https://doi.org/10.33262/cienciadigital.v3i3.625>
 - Pulido-Capurro, V. (2023). Actitud y comportamiento de los estudiantes de una universidad privada y su compromiso con la sostenibilidad ambiental. Journal of Law and Sustainable Development, 11(1), e415. <https://doi.org/10.55908/sdgs.v11i1.415>
 - Sanabria and Merchán "Ambientes de aprendizaje que contribuyen a la educación para la sostenibilidad: una experiencia en estudiantes de básica primaria." Revista bio-grafía escritos sobre la biología y su enseñanza (2011) doi:10.17227/20271034.7biografia132.145
 - Silva, C. E., Souza, J. R., & Oliveira, D. S. (2018). Conservación de los recursos hídricos en la cuenca del Amazonas: Desafíos y oportunidades. Revista de Gestión Ambiental, 23(4), 215-230.
 - Smits, J. P. (2012). El valor del agua: Estrategias para su conservación en América Latina. Editorial Planeta.
 - Smits, S. (2012). Gobernanza y sostenibilidad de los sistemas de agua potable y saneamiento rurales en Colombia. <https://doi.org/10.18235/0012721>
 - Tabares et al. "La Huella Hídrica como estrategia educativa para el consumo responsable del agua en la Universidad Santiago de Cali" Estudios pedagógicos (valdivia) (2022) doi:10.4067/s0718-07052022000200131
 - Tamayo, D. (2022). Agua, colaboración y bienes de uso común, más allá de lo humano: Aprendizajes en el borde sur de Bogotá. Trabajo Social, 24(2), 29-60. <https://doi.org/10.15446/ts.v24n2.98845>
 - Van Der Ploeg, J. D., Ye, J., & Schneider, S. (2011). Rural Development Through the Construction of New, Nested Markets: Comparative Perspectives from China, Brazil and the European Union. Journal of Peasant Studies, 39(1), 133-173. <https://doi.org/10.1080/03066150.2011.652619>
 - Vergara, W., Schaeffer, R., & Chinowsky, P. (2020). The Impacts of Climate Change on Water Availability and Agriculture in Latin America. Inter-American Development Bank.
 - Vuille, M., Carey, M., & Huggel, C. (2018). Glacier retreat and water availability in the Andes: The need for adaptation to changes in high mountain hydrology. Climatic Change, 151(2), 485-499. <https://doi.org/10.1007/s10584-018-2318-9>
 - Wilder, M., & Lankao, P. R. (2006). Paradoxes of Decentralization: Water Reform and Social Implications in Mexico. World Development, 34(11), 1977-1995. <https://doi.org/10.1016/j.worlddev.2005.11.026>
 - World Bank. (2022). World Development Indicators: Population estimates and projections. <https://data.worldbank.org/indicator/SP.POP.TOT>