No. 010
Edición mensual
Noviembre de 2026

PRISMA
Publicación del Instituto de Investigaciones del Departamento de Estudios de Postgrado



Ciencia y Tecnología para comprender y cuidar el medio ambiente

Sergio Armando López Yax

INVESTIGADOR INVITADO UVG-ALTIPLANO

CORREO: sealopez@uvg.edu.gt

RESUMEN

¿Qué tiene que ver limpiar un baño con la salud de un lago? Mucho más de lo que parece. Una botella de cloro, el agua que sale del grifo y el desagüe de la casa forman parte de una cadena de decisiones. Para entenderla hacen falta preguntas de química: ¿qué sustancia usamos y cómo reacciona?, de física: ¿por dónde se mueve el agua? y de matemáticas: ¿cuánto utilizamos y con qué frecuencia? La tecnología ayuda a observar esa cadena; la inteligencia artificial (IA) puede ordenar los datos. El propósito de aprender ciencia básica es poder decidir mejor, no memorizar nombres de sustancias sin mirar el mundo y sobre esta base se fundamenta el presente artículo.

PALABRAS CLAVE

Ciencia | Tecnología | Agua | Medio ambiente | Inteligencia artificial

Calle Rodolfo Robles 29-99 zona 1, Quetzaltenango.
institutopostgrados@cunoc.edu.gt
Teléfono: 7873-0000 Ext. 2312

INTRODUCCIÓN

El cuidado del medio ambiente comienza con preguntas sobre acciones cotidianas: cuánta agua utilizamos, qué productos empleamos para limpiar y qué sucede con ellos después de llegar al desagüe. Comprender estas relaciones requiere conocimientos de química, física y matemáticas que permitan explicar fenómenos, interpretar mediciones y valorar las consecuencias de nuestras decisiones. La educación científica adquiere así un sentido práctico: ofrece herramientas para observar el entorno y participar de manera informada en su cuidado.

En el altiplano guatemalteco, los lagos, ríos y cuencas ofrecen oportunidades para vincular el aprendizaje universitario con las necesidades del territorio. Este artículo explora esas conexiones mediante ejemplos de limpieza doméstica, tratamiento de aguas y observación ambiental en Sololá, Quiché y Quetzaltenango. También examina cómo los dispositivos tecnológicos y la inteligencia artificial pueden apoyar el registro y análisis de datos, considerando sus limitaciones y la importancia del conocimiento comunitario. El propósito es mostrar cómo la curiosidad, acompañada de métodos adecuados, puede orientar decisiones responsables sobre el agua y el ambiente.

DESARROLLO

Del baño al río, una pregunta científica

El cloro doméstico suele contener hipoclorito de sodio, un agente que puede desinfectar cuando se usa de acuerdo con la etiqueta. Limpiar significa retirar suciedad; desinfectar significa reducir microorganismos en las condiciones indicadas para el producto. Son tareas distintas. Antes de usar un desinfectante conviene preguntarse si hace falta, ¿qué concentración indica el fabricante?, ¿cuánto tiempo debe permanecer en la superficie y cómo ventilar? Nunca se debe mezclar cloro con amoníaco, ácidos ni otros limpiadores: esa combinación puede producir gases peligrosos (Centros para el Control y la Prevención de Enfermedades, 2026).

La pregunta ambiental exige otro paso. El agua usada puede entrar en una fosa, un alcantarillado o un sistema de tratamiento y, finalmente, relacionarse con un cuerpo de agua. No es correcto afirmar que cada limpieza doméstica daña un lago: el efecto depende de la cantidad y concentración del producto, las reacciones en el desagüe, el tratamiento disponible y la dilución posterior. Sí sabemos que el cloro residual en descargas de aguas residuales puede ser tóxico para organismos acuáticos; por ello, los sistemas de tratamiento deben controlar lo que liberan (Agencia de Protección Ambiental de Estados Unidos, 1999). Un análisis de 15 plantas chilenas mostró que la desinfección y el consumo de energía forman parte de la huella ambiental del tratamiento, aunque los resultados de esas plantas no describen por sí solos una vivienda guatemalteca (Abello-Passteni et al., 2020).

Las matemáticas vuelven visibles un hábito: si una persona usa cinco veces más producto del necesario según la etiqueta, aumenta cinco veces el volumen de

Calle Rodolfo Robles 29-99 zona 1, Quetzaltenango.
institutopostgrados@cunoc.edu.gt
Teléfono: 7873-0000 Ext. 2312

producto empleado. Eso no significa que el daño ambiental sea exactamente cinco veces mayor; las reacciones y el tratamiento cambian el resultado. La distinción entre cantidad usada e impacto medido es una pequeña lección de pensamiento científico. En Perú, Espinosa Descalzo (2020) propone enseñar química analítica junto con la reducción de reactivos y emisiones desde las prácticas de laboratorio. La misma pregunta sirve en casa: ¿podemos lograr la limpieza necesaria sin desperdiciar producto ni agua?

Química, física y matemáticas en el altiplano

En Sololá, estudiar el lago de Atitlán permite conectar sustancias, suelos y lluvias. Rivas Núñez (2024) investigó contaminantes orgánicos en distintos puntos de la cuenca. En Panajachel, Castro y Hernández (2025) evaluaron una planta de aguas residuales y reportaron deficiencias en la remoción de materia orgánica y coliformes, asociadas en su análisis con fallas de operación y dosificación. Son problemas que no se resuelven culpando a una sola familia: requieren tratamiento, mantenimiento y decisiones públicas además de hábitos responsables.

La física aparece cuando llueve sobre una pendiente. Una parte del agua se infiltra, otro escurre; su velocidad y recorrido dependen, entre otros factores, de la inclinación, la cobertura del suelo y la intensidad de la lluvia. En Quiché, una clase universitaria podría comparar una parcela con vegetación y otra con suelo expuesto: medir la lluvia, registrar el agua que escurre y discutir qué materiales arrastra. Sería una propuesta de investigación, no un resultado ya comprobado para todo el departamento. En Quetzaltenango existe un antecedente local: De León Barrios (2005) estudió temperatura, oxígeno disuelto y otros parámetros en el tramo Cantel–Zunil–El Palmar del río Samalá. Sus datos son históricos; sirven para aprender cómo se mide y para formular nuevas preguntas, no para describir sin mediciones el estado actual del río.

Las matemáticas ayudan a comparar observaciones hechas en fechas y lugares equivalentes: litros de agua usados por jornada, cambios de temperatura, promedios y valores extremos. También obligan a preguntar por la unidad y el margen de error. Un agua transparente no es automáticamente potable; ni una sola lectura de pH o conductividad puede demostrar ausencia de microorganismos o contaminantes. La ciencia avanza cuando distingue lo observado de lo que todavía falta medir.

Dispositivos e IA con los pies en el territorio

La tecnología puede comenzar con un teléfono, una hoja de cálculo, fotografías tomadas desde el mismo punto y un sensor sencillo. En Colombia, Pérez-López y colaboradores (2023) desarrollaron PortAqua, un medidor económico de pH y conductividad para actividades de divulgación científica. El estudio informa errores de medición: el aparato ayuda a aprender, pero sus lecturas necesitan calibración y no sustituyen un laboratorio ni un análisis de potabilidad. En Chile, Villarroel Lobos y Medina Herrera (2026) observaron que una secuencia de enseñanza sobre crisis hídrica ayudó a estudiantes a relacionar caudales y precipitaciones locales con propuestas para su entorno.

Un proyecto universitario en Quiché, Sololá o Quetzaltenango podría registrar durante varias semanas el estado visible de una quebrada, lluvia y

Calle Rodolfo Robles 29-99 zona 1, Quetzaltenango.
institutopostgrados@cunoc.edu.gt
Teléfono: 7873-0000 Ext. 2312

temperatura, con permiso para acceder al sitio y sin manipular aguas de riesgo. La IA podría organizar la tabla, señalar datos faltantes y sugerir gráficos o hipótesis que el grupo deberá revisar. Por ejemplo: "Con estas observaciones fechadas, compara semanas lluviosas y secas; explica qué conclusiones no se pueden sacar". Si además se toman muestras, su interpretación requiere métodos adecuados, equipos calibrados y personal competente. Una aplicación no identifica por una foto todos los contaminantes ni puede declarar segura el agua para beber.

La tecnología funciona mejor cuando responde a preguntas de quienes viven en el lugar. Blanco-Ramírez y colaboradores (2025) estudiaron una aplicación de monitoreo comunitario del agua en cinco países latinoamericanos, incluido Guatemala. Encontraron que los talleres y el diálogo con las comunidades importan tanto como la aplicación: la falta de conectividad o las metas distintas entre investigadores y participantes pueden limitar su utilidad. Conviene acordar quién recoge los datos, quién puede verlos, qué pregunta comunitaria se intenta responder y cómo se comunicarán los resultados, también en los idiomas pertinentes.

Cuidar el agua desde cada oficio

¿Qué puede hacer un maestro, un perito contador o una persona emprendedora para cuidar el agua? Cada oficio ofrece oportunidades para convertir el conocimiento en decisiones. Un docente puede organizar un registro del consumo de agua de la escuela y trabajar con sus estudiantes en la identificación de desperdicios. Un perito contador puede ayudar a un negocio a calcular cuánto gasta en agua, productos de limpieza y mantenimiento, y comparar alternativas de ahorro. Quien emprende puede preguntarse qué residuos produce su actividad, adónde llegan y qué necesita cambiar para manejarlos responsablemente. Son propuestas sencillas para relacionar educación, administración y cuidado ambiental.

La ciencia básica permite dar fundamento a esas decisiones. Medir el consumo ayuda a reconocer desperdicios; leer una etiqueta permite dosificar un producto; comprender el recorrido del desagüe obliga a pensar en las personas que utilizan el agua más adelante. También permite reconocer cuándo hace falta asesoría especializada. La responsabilidad individual necesita acompañarse de servicios públicos, infraestructura y orientación técnica accesible.

Ingresos y responsabilidad ambiental

En el siguiente contexto del Altiplano Guatemalteco, sobre la ruta Interamericana CA 1. Desde el kilómetro 125 al 200 que conduce desde la ciudad capital de Guatemala a la ciudad de Quetzaltenango, se puede observar un número considerable de negocios, los que más resaltan son los negocios de lavado de vehículos lo que permite observar esta relación. El agua utilizada puede arrastrar detergentes, tierra, aceites y metales provenientes de los vehículos. Por eso, reducir el consumo es necesario, pero también importa recoger y manejar el agua residual. La EPA (Environmental Protection Agency, la Agencia de Protección Ambiental de Estados Unidos. 2023) identifica el lavado de vehículos como una actividad que puede

Calle Rodolfo Robles 29-99 zona 1, Quetzaltenango.
institutopostgrados@cunoc.edu.gt
Teléfono: 7873-0000 Ext. 2312

contaminar los cuerpos de agua cuando sus descargas se manejan inadecuadamente.

Una propuesta de mejora puede comenzar por registrar los litros utilizados por vehículo, evitar dejar correr el agua y dosificar los productos. Además, requiere una zona que permita recoger las aguas del lavado y evaluar su tratamiento o reutilización. Su destino debe definirse con asesoría técnica y según los requisitos aplicables en la localidad. Las recomendaciones de la EPA ofrecen una referencia técnica; no sustituyen las disposiciones guatemaltecas (EPA, 2023).

El cálculo económico también forma parte de la solución. Comparar el costo de los equipos, su mantenimiento y el ahorro esperado permite valorar mejoras realistas. La pregunta empresarial se amplía: ¿cómo prestar un buen servicio, sostener los ingresos y reducir la contaminación que genera la actividad?

Del río a la mesa: prevenir la contaminación de los alimentos

El agua conecta también las actividades urbanas con la agricultura. Cuando un río recibe aguas residuales, algunos contaminantes pueden llegar a las parcelas que utilizan esa fuente para riego. La FAO (2012) describe esta ruta y advierte sobre riesgos asociados con microorganismos, sales, metales y plaguicidas. Esto no demuestra que todas las hortalizas regadas con agua de río estén contaminadas: cada situación requiere mediciones.

Conviene distinguir los mecanismos. Los microorganismos pueden contaminar las partes comestibles por contacto con el agua; algunos elementos, como el cadmio, pueden acumularse en el suelo y ser absorbidos por las plantas. La concentración, las características del suelo y el cultivo influyen en el resultado. Por ello, lavar una hortaliza no garantiza retirar los metales incorporados en sus tejidos (Ayers y Westcot, 1985).

La prevención exige actuar en varios puntos. La OMS (2006) propone combinar medidas de tratamiento, prácticas de riego que reduzcan la exposición y manejo higiénico de los productos. Estas medidas deben responder al riesgo identificado; reducir el contacto con microorganismos no equivale a eliminar metales disueltos. El agricultor necesita acompañamiento y alternativas viables, mientras quienes descargan aguas arriba deben participar en la prevención de la contaminación.

Formar profesionales que acerquen soluciones al territorio

Estos ejemplos muestran tareas concretas para los futuros ingenieros ambientales y especialistas en agua: investigar fuentes de contaminación, interpretar análisis, diseñar sistemas de tratamiento y evaluar su operación y costo. Como propuesta de vinculación universitaria, los estudiantes podrían colaborar, bajo supervisión, con pequeños negocios y asociaciones agrícolas. El trabajo incluiría escuchar sus necesidades, explicar los resultados con claridad y comprobar si las mejoras funcionan.

En Guatemala sí existen opciones académicas relacionadas. La Universidad Rafael Landívar publica la carrera de Ingeniería en Sistemas Hídricos, con formación en gestión de cuencas, monitoreo, infraestructura, tratamiento y saneamiento. La

Calle Rodolfo Robles 29-99 zona 1, Quetzaltenango.
institutopostgrados@cunoc.edu.gt
Teléfono: 7873-0000 Ext. 2312

Universidad de San Carlos de Guatemala cuenta con Ingeniería Ambiental, cuya descripción incluye conservación, saneamiento, manejo de recursos naturales y control de la contaminación (Universidad Rafael Landívar, s. f.; Universidad de San Carlos de Guatemala, s. f.).

La formación profesional adquiere valor social cuando esos conocimientos llegan a escuelas, negocios, municipalidades y comunidades agrícolas. Comprender el agua permite relacionar lo que ocurre en un establecimiento con lo que sucede en una parcela o una mesa familiar, y construir soluciones compartidas.

La curiosidad como punto de partida

Podemos empezar con una pregunta modesta: ¿cuánta agua se usa para limpiar un edificio universitario en una semana? Después vendrán otras: ¿cuándo se necesita desinfectar?, ¿qué dice la etiqueta?, ¿adónde llega el agua?, ¿qué cambia durante la temporada de lluvias? Algunas respuestas caben en una libreta; otras piden laboratorio, conversación con vecinos y coordinación con autoridades. Aprender ciencia es adquirir la libertad de seguir esa ruta, corregir una idea cuando aparecen nuevos datos y usar cada dispositivo, incluida la IA, para mirar el entorno con más atención. Tal vez el próximo proyecto ambiental importante comience, simplemente, al preguntarnos qué ocurre después de abrir el grifo.

CONCLUSIONES

La ciencia básica permite comprender las relaciones entre los hábitos cotidianos y los procesos ambientales. La química ayuda a reconocer las propiedades y reacciones de los productos utilizados; la física explica el movimiento del agua; y las matemáticas permiten medir cantidades, comparar observaciones y reconocer incertidumbres. Integrar estos conocimientos favorece decisiones fundamentadas y evita confundir una observación aislada con una explicación completa.

La tecnología y la inteligencia artificial pueden facilitar la organización de datos y la formulación de preguntas, siempre que sus resultados se revisen con criterio científico. Su utilidad depende de la calidad de las mediciones, la calibración de los equipos y la interpretación adecuada. El diálogo con las comunidades también resulta necesario para que los proyectos respondan a preguntas relevantes y comuniquen sus hallazgos de manera comprensible.

El cuidado del agua requiere hábitos responsables, infraestructura de tratamiento, mantenimiento y participación pública. En este contexto, la universidad puede contribuir mediante proyectos que conecten el aprendizaje con los problemas del territorio. Preguntar, medir y reconocer lo que todavía se desconoce son pasos esenciales para transformar la curiosidad en acciones informadas a favor del ambiente y de la humanidad.

Calle Rodolfo Robles 29-99 zona 1, Quetzaltenango.
institutopostgrados@cunoc.edu.gt
Teléfono: 7873-0000 Ext. 2312

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Abello-Passteni, V., Muñoz Alvear, E., Lira, S., & Garrido-Ramírez, E. (2020). Evaluación de eco-eficiencia de tecnologías de tratamiento de aguas residuales domésticas en Chile. Tecnología y ciencias del agua, 11(2), 190–228. https://doi.org/10.24850/j-tyca-2020-02-05

Agencia de Protección Ambiental de Estados Unidos. (1999). Wastewater technology fact sheet: Chlorine disinfection. https://nepis.epa.gov/Exe/ZyPURL.cgi?Dockey=P100EKRQ.TXT

Ayers, R. S., y Westcot, D. W. (1985). Water quality for agriculture (FAO Irrigation and Drainage Paper 29, Rev. 1). FAO.

Blanco-Ramírez, S., Bañales-Seguel, C., Guardado-Torrez, C., Seibert, J., & van Meerveld, I. (2025). Implementation of a global citizen science app in community-based water monitoring: Lessons learned from the CrowdWater experiences in Latin America. Citizen Science: Theory and Practice, 10(1), Article 10. https://doi.org/10.5334/cstp.749

Castro, L. R., & Hernández, J. C. (2025). Evaluación del sistema de tratamiento de aguas residuales de Los Cebollales en Sololá, Guatemala. Revista Canalización del Conocimiento Científico, 1. https://revistasguatemala.usac.edu.gt/rccc/article/view/2882

Centros para el Control y la Prevención de Enfermedades. (2026, 26 de agosto). Cómo limpiar y desinfectar de manera segura con blanqueador con cloro (bleach). https://www.cdc.gov/natural-disasters/es/safety/como-limpiar-y-desinfectar-de-manera-segura-con-blanqueador-con-cloro-bleach.html

De León Barrios, F. K. (2005). Estudio de calidad del agua del río Samalá del tramo Cantel–Zunil–El Palmar, Quetzaltenango [Tesis de maestría, Universidad de San Carlos de Guatemala]. https://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/08/08_0382_MT.pdf

Espinosa Descalzo, E. N. (2020). Gestión ambiental en la enseñanza de la química analítica. Revista de la Sociedad Química del Perú, 86(3), 288–299. https://doi.org/10.37761/rsqp.v86i3.301

Food and Agriculture Organization of the United Nations. (2012). On-farm practices for the safe use of wastewater in urban and peri-urban horticulture: A training handbook for farmer field schools.

Organización Mundial de la Salud. (2006). Guidelines for the safe use of wastewater, excreta and greywater. Volume 2: Wastewater use in agriculture.

Calle Rodolfo Robles 29-99 zona 1, Quetzaltenango.
institutopostgrados@cunoc.edu.gt
Teléfono: 7873-0000 Ext. 2312

Pérez-López, C. A., Pantoja, W., Pérez-Taborda, J. A., & Ávila, A. (2023). PortAqua: A low-cost, compact water quality meter for science communication. Environmental Monitoring and Assessment, 195, Article 336. https://doi.org/10.1007/s10661-022-10804-3

Rivas Núñez, J. A. (2024). Muestreo cualitativo de contaminantes orgánicos en la cuenca del lago de Atitlán, ubicada en Sololá, Guatemala [Tesis de licenciatura, Universidad del Valle de Guatemala]. https://repositorio.uvg.edu.gt/handle/123456789/5978

United States Environmental Protection Agency. (2023). Stormwater best management practice: Vehicle maintenance and washing.

Universidad Rafael Landívar. (s. f.). Ingeniería en Sistemas Hídricos.

Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería. (s. f.). Ingeniería Ambiental.

Villarroel Lobos, C. A., & Medina Herrera, P. (2026). Enseñar la crisis hídrica como problema sociocientífico: Una propuesta didáctica para promover la alfabetización científica crítica. Revista Kawsaypacha: Sociedad y Medio Ambiente, (17), Article A-011. https://doi.org/10.18800/kawsaypacha.202601.a011

Calle Rodolfo Robles 29-99 zona 1, Quetzaltenango.
institutopostgrados@cunoc.edu.gt
Teléfono: 7873-0000 Ext. 2312

DIRECTORIO

Director General del CUNOC

Dr. César Haroldo Milián Requena

Secretario Administrativo

Lic. José Edmundo Maldonado M.

Director del Departamento de Estudios de Postgrado

Dr. Edgar Vidal Camposeco Pérez

Consejo Editorial

Coordinador: *Dr. Juan Filemón Camposeco Pérez*

Miembros: *Dr. Daniel Matul Morales*

Dr. Carlos Rafael Martínez Ríos

M.Sc. José Ignacio E. Camey Barrios

Idea, Diseño y Formato Original

Dr. Juan Filemón Camposeco Pérez

Dr. José Rodolfo Chávez Mejía

Diagramación y edición

M.Sc. Edson Vitelio Amézquita Cutz

Calle Rodolfo Robles 29-99 zona 1, Quetzaltenango.
institutopostgrados@cunoc.edu.gt
Teléfono: 7873-0000 Ext. 2312