

Safewater

Periodista: **Juan Felipe Urquijo Morales**

Uno de los objetivos del desarrollo sostenible más importantes, postulados por la ONU, es garantizar el acceso de todos los seres humanos al agua potable y el saneamiento. La ingeniería de la Universidad de Medellín le apuesta a esta importante causa con sistemas y dispositivos de bajo costo para la detección de microorganismos y la potabilización de agua en zonas rurales.

Colombia es uno de los países con mayores recursos hídricos en el mundo. Su territorio se beneficia de cinco grandes cuencas fluviales, cuyos ríos y quebradas riegan gran parte del territorio nacional. Posee más de treinta y un millones de hectáreas de humedales y ocupa el puesto catorce de mayor disponibilidad de agua por persona en el mundo.

Sin embargo, según el centro de pensamiento Así Vamos en Salud, en las zonas rurales de nuestro país, de cada cien personas que viven en área rural en Colombia, solo 46,4 tienen acceso al agua potable.

Esta falencia es especialmente grave en las zonas alejadas de los núcleos urbanos o recientemente urbanizadas

Foto: cortesía de los investigadores



y sin planeación. La falta de un sistema de saneamiento adecuado, así como las malas prácticas industriales, agropecuarias y mineras, hacen que muchos colombianos no tengan acceso a agua con las condiciones óptimas para el consumo.

Uno de los mayores problemas que enfrentan estas poblaciones es la exposición a microorganismos que producen enfermedades, donde los niños y los adultos mayores son la población más vulnerable.

Entre estas enfermedades asociadas al agua sin tratar, la más peligrosa es la diarrea infantil. La Organización Mundial de la Salud estima que es la responsable de más de un millón de muertes en el mundo cada año, en las que se incluyen las de quinientos mil niños menores de cinco años. También puede causar desnutrición y dificultades en el desarrollo cognitivo y dejar secuelas de por vida en las personas afectadas.

Ante este panorama, brindar agua potable a todas las personas es una urgencia a la que Colombia no es ajena y en la que la ingeniería y sus aliados interdisciplinarios toman cada vez más protagonismo.

Safewater. agua segura para los más vulnerables

Esta necesidad es el origen de una ambiciosa iniciativa, *Safewater*, un proyecto multidisciplinario financiado por el Fondo de Investigación para Desafíos Mundiales (GCRF, 2022) de la cooperación internacional británica. El objetivo de *Safewater* es proporcionar soluciones individuales a las comunidades de bajos recursos,

que tengan dificultades de acceso al potable, mediante el desarrollo de sistemas de bajo costo y sostenibles para el agua potable en comunidades rurales de regiones en desarrollo.

El proyecto está liderado y coordinado por la Universidad de Ulster en Irlanda del Norte (Reino Unido), con la participación de Fundación Cántaro Azul (organización sin fines de lucro, ONG) en México, la Universidad de Sao Paulo en Brasil, la Universidad de Medellín y la ONG Centro de Ciencia y Tecnología de Antioquia (CTA) en Colombia.

Los investigadores del proyecto se han enfocado en el desarrollo de sistemas de bajo costo que permitan potabilizar el agua en lugares que no cuentan con acueducto ni plantas de tratamiento. Con este propósito, han estado trabajando con las comunidades de las veredas El Carmelo, en el municipio del Peñol, y Curití, en Liborina, ambas ubicadas a media hora del casco urbano de sus respectivos municipios.

Los docentes investigadores de la Universidad de Medellín que participan en el proyecto son Laila Galeano, Gloria Carvajal, Liliana Botero, Luis Javier Montoya y Margarita Hincapié, quien es la coordinadora del proyecto *Safewater* en la Universidad. Margarita Hincapié comenta que, “en la primera fase se identificaron y analizaron las fuentes de agua disponibles, cercanas a las comunidades locales, a partir de la calidad del agua y los parámetros hidrológicos, para identificar las necesidades de tratamiento y la mejor tecnología disponible considerando la problemática local, los estándares internacionales de agua potable, el vo-



lumen requerido de agua tratada agua por día y persona, costos de inversión y mantenimiento, así como disponibilidad y sostenibilidad de los elementos tecnológicos seleccionados”.

En las comunidades sin acceso a acueductos se utilizan tradicionalmente métodos de desinfección como hervir el agua, filtrar en arena, la desinfección solar y las tabletas de cloro. El problema es que el volumen de agua que se puede potabilizar con estos métodos es muy pequeño. “Nuestro mayor reto fue lograr que cada familia tuviera por lo menos 150 litros de agua potable al día. Esta cantidad de agua es difícil de conseguir con los métodos mencionados”, indica la investigadora.



Posteriormente se planteó qué sistemas de tratamiento de agua se implementarían en las veredas en las que se desarrolló el trabajo. Se decidieron por sistemas de tratamiento individuales, es decir, cada hogar tiene su propio sistema. Los sistemas genéricos, de los que hacen uso varias familias, son muy costosos. Y, como explica la docente, a eso debe sumarse el costo del sistema de distribución que lleva el agua hasta cada casa. Por eso se decidió que cada hogar debía tener su propio sistema de tratamiento.

Una “miniplanta de tratamiento” por hogar

La tecnología seleccionada fue un sistema de tratamiento de agua doméstico (WTS). Este sistema de tratamiento realiza tres procesos: sedimentación, filtración y desinfección. El sistema consiste en un tanque de agua cruda, en donde se lleva el proceso de sedimentación, se separa el agua de los sólidos suspendidos. Posteriormente, el agua pasa por un proceso de filtración usando microfiltración (dos cartuchos de filtro de membrana de 10” x 2,5”) seguido de desinfección con lámpara UVC (16 w). Esta radiación destruye los microorganismos que se encuentran en el agua y un segundo tanque de ciento cincuenta litros para almacenamiento de agua tratada y finalmente una pequeña red de distribución domiciliar para facilitar el acceso al agua potable en los principales puntos de consumo de las viviendas, conectada con una bomba estándar (4 l/min).

Para desarrollar estos sistemas, fue necesaria una gran cantidad de

ensayos para determinar variables, tales como la potencia que debía tener la lámpara de luz UV o cuánto tiempo debía estar el agua expuesta a dicha radiación para asegurar la eliminación de los microorganismos, el tipo de filtros, el tamaño de los poros, el tipo de bomba, etc.

El sistema desarrollado tiene un componente eléctrico, necesario para alimentar la bomba que impulsa el agua por el tren de tratamiento y hace funcionar la luz ultravioleta. “Procuramos que el gasto energético fuera muy bajo. El consumo del sistema es de sólo 12 voltios, similar al consumo de un celular cuando se pone a cargar”, comenta Hincapié.

Este desarrollo, económico y eficiente, pudo pasar, entonces, a una etapa de implementación en la que las comunidades se verán al fin beneficiadas. Con el proyecto se instalarán cincuenta y cuatro sistemas: treinta y siete en Curití y dieciséis en El Carmelo.

A cada sistema se le hace un seguimiento fisicoquímico y microbiológico para saber cómo es el agua antes de entrar al sistema y cuáles características tiene después del tratamiento.

Los análisis fisicoquímicos mostraron que el agua cruda estaba dentro de los límites permisibles establecidos por la OMS. Sin embargo, no cumplían con los estándares microbiológicos para agua potable en Colombia que se establecieron en el Decreto 2115 (2007). Siempre se detectaron *E. coli* y coliformes totales en agua cruda con concentraciones entre 17 a 5300 UFC/100 ml y de 300 a 33000 UFC/100 ml. Se logró la inactivación completa después del tratamiento, pero se detectó un rebro-

te en el tanque de almacenamiento y en la red de distribución de todos los hogares. Por ello, se decidió limpiar periódicamente con soluciones de cloro para minimizar la contaminación posterior al tratamiento.

Otro frente de trabajo; la detección de bacterias patógenas

Escherichia Coli (*E. coli*) es una bacteria que vive en el aparato digestivo de animales y humanos, y que segrega una toxina que puede producir vómito y diarrea. En algunos casos esta toxina está relacionada con daños renales. Al transmitirse de un huésped a través de las heces fecales, este organismo patógeno (que causa enfermedad) se encuentra con frecuencia en las aguas residuales de zonas rurales y urbanas.

Pero, como lo señala la investigadora Hincapié, el proceso para detectar la presencia de esta bacteria en el agua demanda mucho tiempo: “Hay que ir hasta la fuente de agua y tomar muestras. Se debe tener unas condiciones especiales para trasladar esas muestras al laboratorio, en donde se hacen los análisis para saber si en las aguas hay o no presencia de *E. coli*. Los resultados se entregan a las entidades o a la comunidad entre 3 y 5 días después de haber tomado la muestra, pero tratándose de un elemento tan indispensable como el agua, es pertinente tener esta información mucho más rápido”.

Para enfrentar esta urgencia, uno de los aliados del proyecto, la Universidad de Ulster, está desarrollando un dispositivo para detectar la presencia de esta bacteria de una



Foto: cortesía de los investigadores

forma rápida para así permitir a las personas saber si el agua que están tomando es segura. El dispositivo da el resultado en cuestión de horas, lo que hace mucho más rápida la prevención y la toma de decisiones por parte de las personas. Esto es especialmente importante en poblaciones que viven en zonas de difícil acceso y alejadas de los laboratorios donde se hacen este tipo de análisis.

Como todo en la ingeniería y la ciencia, el proceso es continuo. “Teniendo en cuenta las condiciones del agua de cada comunidad y sus sistemas de distribución de agua se han hecho mejoras al dispositivo”, explica la profesora Hincapié.

También era importante que el dispositivo fuera fácil de utilizar. Por eso cuenta con un sistema sencillo de interpretar: se enciende una luz verde si el agua está en condiciones óptimas para ser consumida y una luz roja que indica la presencia de

microorganismos peligrosos. Es un dispositivo fácil de leer, lo que permite que cualquier persona de la comunidad pueda utilizarlo.

Lo social de la mano de la ingeniería

Una parte fundamental de este proyecto es el trabajo con las comunidades para dar a conocer qué estrategias pueden implementar para garantizar que el agua que consumen no represente ningún peligro para su salud. También se busca que aprendan a utilizar los sistemas para la desinfección de aguas.

“Este componente social es muy relevante, pues de él depende el éxito de estos proyectos en las comunidades. Buscamos que en cada vereda se apropien de la tecnología y la repliquen en el tiempo” señala Margarita Hincapié. “Es necesario ayudar a cambiar comportamientos, a que las personas

aprendan a usar el agua tratada; que utilicen el agua tratada para preparar alimentos, para lavarse los dientes y lavar los utensilios de cocina”.

En esta línea de trabajo se ha contado con el acompañamiento del Centro de Ciencia y Tecnología de Antioquia (CTA). Ellos han sido los encargados de llevar a las comunidades acciones de carácter pedagógico que buscan crear conciencia sobre la importancia de utilizar agua tratada para la preparación de alimentos y el consumo en los hogares. En compañía de la Universidad de Medellín, ofrecen capacitaciones para que la comunidad aprenda a utilizar los sistemas de tratamiento de agua, hacerle mantenimiento a los sistemas de desinfección, repararlos si sufren averías y conozcan dónde se consiguen los insumos que necesitan.

Como componente importante, se incentiva a la comunidad para que formen organismos de gestión conocidos



Foto: cortesía de los investigadores



como *juntas del agua* y que se reúnan periódicamente para realizar acciones que garanticen la sostenibilidad del sistema de tratamiento y que la comunidad tenga acceso al agua potable.

Las actividades con las que se busca dicha apropiación son variadas. Se hacen reuniones y talleres y se realizan actividades en los centros educativos de estas poblaciones, para que los niños ayuden a llevar a sus hogares el mensaje de por qué se debe consumir agua tratada y cuál es la manera correcta de lavarse las manos.

El CTA realiza actividades de monitoreo sobre la salud de los habitantes de aquellas veredas: se hace un seguimiento del desarrollo de los niños y se miden los parámetros de impacto en la salud (crecimiento, talla y peso, diarios de diarrea para documentar cuántos niños dejan de asistir a clase por diarrea) e indicadores de cambio de comportamiento en relación a los usos del agua y la cultura del agua en el contexto doméstico y local. Con estos indicadores se puede comprobar y medir el efecto que las acciones emprendidas en el marco del proyecto *Safewater* han tenido en la salud de la comunidad.

Se espera que la experiencia global de *Safewater* brinde un ejemplo para la implementación de campo en proyectos similares, soluciones técnicas novedosas para el monitoreo y tratamiento de la calidad del agua, cambios de comportamiento a nivel

doméstico en relación con la práctica del agua e impacto en la salud en las comunidades.

Mientras más hogares tengan acceso a agua de calidad para el consumo humano, mientras menos niños falten a clase por enfermedades gastrointestinales y mientras más comunidades se apropien de los desarrollos de la ingeniería y la ciencia en el campo de la potabilización, más posibilidades tiene en país de cerrar las enormes brechas sociales que limitan su desarrollo.

Referencias

- Así Vamos en Salud (2020, 19 de octubre). *Índice 2020*. <https://www.asivamosensalud.org/actualidad/indice-salud-2020>
- Fondo de Investigación para Desafíos Mundiales (2022). *Global Challenges Research Fund*. <https://www.ukri.org/our-work/collaborating-internationally/global-challenges-research-fund/>
- Pichel, N., Lubarsky, H., Afkhami, A., Baldasso, V., Botero, L., Salazar, J., Hincapie, M., Byrne, J.A., Fernandez-Ibañez, P. (2021). Safe drinking water for rural communities using a low-cost household system. Effects of water matrix and field testing. *J. Wat. Process Engin*, 44.
- WHO (2011). *Guidelines for Drinking Water Quality* (4a ed.).
- WHO (2016). *Results of Round I of the WHO International Scheme to Evaluate Household Water Treatment Technologies*.
- WHO (2017). *Enfermedades diarreicas*. <https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/diarrhoeal-disease> ○

Código interno	927
Título	Low cost technologies for safe drinking water in developing regions.
Investigadores	Margarita María Hincapié Pérez, Luis Javier Montoya Jaramillo, Laila Galeano Botero, Gloria Isabel Carvajal Peláez y María Isabel Mejía Correa (R)
Entidades participantes	Universidad de Ulster, Universidad de Medellín, Universidad de Sao Pablo, Fundación Cántaro Azul y Centro de Ciencia y Tecnología de Antioquia
Estado	En ejecución