



Autor:
Adrián Pedrozo Acuña
Fecha de publicación:
28 de agosto de 2022

El conocimiento del agua como herramienta de justicia ambiental

La preocupación de las comunidades sobre problemas ambientales e hídricos en todo el mundo ha abierto la posibilidad de establecer colaboraciones entre academia y sociedad.



Existen diversos observatorios ambientales que proveen de información a una escala espacial diversa y en tiempo real sobre variables hidrológicas (p. ej. lluvia, niveles en presas, humedad del suelo) que nos permite conocer el ciclo del agua y el balance hídrico de cuencas y acuíferos a un nivel de detalle no antes visto (Weintraub et al., 2019).

De forma individual, esfuerzos como la Red Nacional de Observatorios Ecológicos (NEON, por sus siglas en inglés) y la Red de Clústeres de Investigación sobre la Zona Crítica en Estados Unidos, o el Observatorio Hidrológico de la Universidad Nacional Autónoma de México en nuestro país (www.oh-iiunam.mx), nos proveen de un conocimiento local que, al ser integrado con otras piezas de observación (p. ej. lluvia y humedad), potencian nuestra capacidad de entendimiento de la respuesta hidrológica de una cuenca o región ante la variabilidad espaciotemporal del clima; conocimiento que posteriormente puede ser sintetizado en un modelo hidrológico (Baatz et al., 2018).

Los datos así registrados por estos observatorios incluyen sistemas de monitoreo en tiempo real, análisis de muestras de laboratorio a una escala piloto o incluso el modelado o análisis de algunas variables hidrológicas (ver, por ejemplo, el Monitor Mesoamericano de Sequía del Instituto Mexicano de Tecnología del Agua, Tzolkin <http://galileo.imta.mx/Sequias/moseq/index.html>). Una vez generada, esta información puede ser compartida de manera abierta con la sociedad, otros académicos o incluso con medios de comunicación. Esto requiere una acción individual de parte del generador de la información, que órbita alrededor de la búsqueda de la expansión del conocimiento a



través de un esfuerzo colegiado, entre muchos, y no como resultado de un esfuerzo individual; requiere un cambio de actitud del individualismo contemporáneo hacia el esfuerzo y la acción colectiva.

Compartir los datos y la información de manera integral, coordinada y abierta, a través de esfuerzos que conjuntan redes de observatorios, es fundamental para el avance de la ciencia y para la generación de soluciones más robustas y efectivas ante los retos del siglo XXI (Li et al. 2021). Sin embargo, este tipo de redes requieren de académicos y personas que compartan los mismos principios axiomáticos que surgen de la ética, la solidaridad y la justicia. Un ejemplo de lo anterior, es la evolución de la generación de datos hidrológicos que hemos visto a partir del uso de infraestructura de investigación muy sofisticada ubicada en laboratorios dependientes de universidades e institutos, hacia la posibilidad de generar datos en campo con instrumentos sencillos que incorporan técnicas de colorimetría, cromatografía y espectroscopía para proveer información a una alta resolución temporal de agroquímicos, metales pesados y concentraciones de nutrientes que permiten una evaluación rápida de los procesos hidrológicos (Floury et al., 2017). Otros ejemplos similares, incluyen el desarrollo y aplicación de sensores que pueden medir las condiciones biogeoquímicas (p. ej. nitratos, fosfatos, concentraciones de dióxido de carbono), las cuales incrementan nuestra capacidad para entender los datos hidrológicos en tiempo real a una escala de cuenca. Adicionalmente, el progreso que hemos visto con el desarrollo de los vehículos no tripulados, también llamados drones, para la medición de procesos hidrológicos en tiempo real, a una escala espacial mayor y a una resolución espacial más fina, facilita sobremanera la planeación y gestión del agua en el territorio. La combinación de sensores, laboratorios y mediciones de percepción remota obtenida de satélites y/o drones nos abre la puerta a una hidrología más ágil y de mayor detalle que nos permite a su vez generar modelos más robustos para la comprensión del ciclo del agua en territorio.

Adicionalmente, la preocupación de las comunidades sobre problemas ambientales e hídricos en todo el mundo ha abierto la posibilidad de establecer colaboraciones entre academia y sociedad que surgen de una preocupación común por el medio ambiente que comparten. Esto permite la creación de redes en las que la investigación, la educación y la colaboración ante una preocupación común fomentan el desarrollo de nueva tecnología, procesamiento de datos y comunicación de riesgos con base en evidencia (Allen y Berjhuus, 2018; Chew et al., 2019). Así, las redes de comunidades apoyadas en expertos son cruciales y dependen de la apertura de datos e información, y son un insumo para tomadores de decisiones, líderes y científicos, especialmente cuando en el territorio la gestión sustentable del agua es urgente y determina un elemento de paz y tranquilidad social (Njue et al., 2019).

Esta colaboración ha dado lugar a la ciencia comunitaria, que representa un puente de comunicación y colaboración entre académicos formales y el público en general, facilitando el flujo de datos y el conocimiento. La caída en los precios de drones y sensores hidrológicos, así como la creación de aplicaciones de teléfonos celulares les han permitido a las comunidades la documentación y recolección de datos (Njue et al., 2019).

Sin embargo, en el caso de la calidad del agua de ríos, embalses y acuíferos, este tipo de colaboraciones son más complejas, dado que la alta variabilidad espacial y temporal de los valores de los parámetros que se miden requieren de un monitoreo continuo que tiene asociado un costo económico importante, pues cada muestra requiere ser analizada en laboratorio bajo diferentes estándares de calidad, utilizando reactivos y equipos que consumen recursos. Por esta razón, avanzar en la generación de redes comunitarias para el monitoreo de la calidad es un paso importante no solo



hacia la vigilancia de nuestro medio ambiente, sino hacia la expansión del conocimiento de nuestros cuerpos de agua. Esta preocupación es común en diversas regiones de nuestro país, por lo que en el Instituto Mexicano de Tecnología del Agua hemos comenzado con la identificación de parámetros de fácil determinación en campo a fin de poder capacitar y orientar a la ciudadanía en lo que hemos denominado un monitoreo sencillo de calidad del agua. Esta acción parte del hecho de que no es necesario medir todos los parámetros todo el tiempo, y que quizá es posible utilizar algunos medios y sensores de fácil acceso para poder acceder a información en tiempo real y a una escala espacial no antes vista. Otorgar a la sociedad la posibilidad de monitorear sus cuerpos de agua nos incrementa de forma automática la apertura de la información y el acceso a una justicia ambiental que resulta de una alianza entre sociedad y academia que tiene su base en principios éticos de acción (Cudennec et al., 2020).

El agua es un bien público que es determinante para el bienestar social, económico y ambiental de las comunidades. Si nuestro objetivo como científicos del agua es hacer de este elemento la clave para la equidad e inclusión en la sociedad, es vital avanzar hacia la diversidad. Debemos fomentar la inclusión y la justicia en términos de la socialización de nuestro conocimiento hacia las personas, en particular, hacia aquellas comunidades que han sido marginalizadas en el pasado.

La falta de diversidad en las ciencias hidrológicas y en la ingeniería del agua ha dejado en todo el mundo un legado de comunidades aisladas, sin acceso a agua de calidad y con territorios contaminados, que las condenan a experimentar injusticias ambientales en carne propia, por ejemplo, la justicia ambiental sobre la contaminación (Hajat et al., 2015; Robinson et al., 2018), los impactos hídricos negativos amplificados por el cambio climático sobre comunidades de bajos recursos (Adela y Picou, 2017; Parvin et al., 2016) o el sexismo en la gestión del agua (CDC, 2021). Esta falta de diversidad en la ciencia e ingeniería del agua ha producido una falta crónica de innovación (Phillips 2014). Actualmente existen diversas discusiones sobre el papel de la innovación en la ciencia, sin embargo, es vital que reconozcamos que esta innovación incorpora también a la dimensión social, no solo a la tecnología. Es decir, debemos crear las avenidas y el territorio fértil para una comunicación abierta entre academia y comunidades, en la que la sociedad, si así lo desea, pueda participar en la creación de los datos y el conocimiento.

Esto implica que, desde las instituciones de investigación formal, evaluemos y revisemos nuestras prácticas y estructuras, de tal suerte que las adaptemos para permitir la inclusión, la equidad y la accesibilidad de la ciencia hacia la sociedad a la que servimos. La ciencia e ingeniería del agua del siglo XXI deberán contener justicia, inclusión, equidad y accesibilidad, así como contexto social. Como científicos debemos hacernos cuatro preguntas de forma continua a lo largo del proceso científico y contextualizarlas con preguntas de seguimiento que nos aseguren que estas han sido respondidas con transparencia, considerando la inclusión, equidad y accesibilidad que la sociedad demanda:

- 1) **¿Quién hace y paga la hidrología?** Esto incorpora una reflexión sobre cómo se involucró a comunidades marginadas, ¿hay equilibrio de poder y privilegios?, ¿quiénes son dueños de los datos y artículos generados?
- 2) **¿Quién usa la mayor cantidad de agua?** En lo local, quién usa el agua y tiene más facilidad y recursos para acceder a ella.
- 3) **¿Quién gana y pierde con un proyecto hídrico?** Una vez que se autoriza un proyecto debemos identificar quiénes son los beneficiarios y revisar si estos incluyen a comunidades vulnerables.
- 4) **¿Por qué?**Cuál es el objetivo de un proyecto, y como serán las comunidades vulnerables atendidas y beneficiadas por esta idea.



Esto es lo que la sociedad demanda ante un escenario de crisis hídrica global que ya vivimos. Responder a estas preguntas de forma honesta y visualizarlas a lo largo de nuestro trabajo técnico nos permitirá como sociedad avanzar hacia el objetivo que nos hemos planteado: hacer del agua el elemento clave de bienestar social y desarrollo económico equitativo de México, con ética, ciencia, transparencia y, como hoy sabemos, también de la mano de la sociedad.

Referencias

- Adeola, F. O., & Picou, J. S. (2017). Hurricane Katrina-linked environmental injustice: Race, class, and place differentials in attitudes. *Disasters*, 41(2), 228–257. <https://doi.org/10.1111/disa.12204>
- Allen, S. T., & Berghuijs, W. R. (2018). A need for incentivizing field hydrology, especially in an era of open data: Discussion of "The role of experimental work in hydrological sciences–Insights from a community survey". *Hydrological Sciences Journal*, 63(8), 1262–1265. <https://doi.org/10.1080/02626667.2018.1495837>
- Baatz, R., Sullivan, P. L., Li, L., Weintraub, S. R., Loescher, H. W., Mirtl, M., et al. (2018). Steering operational synergies in terrestrial observation networks: Opportunity for advancing Earth system dynamics modelling. *Earth System Dynamics*, 9(2), 593–609. <https://doi.org/10.5194/esd-9-593-2018>
- CDC. (2021). Global WASH Fast facts. Global Water, Sanitation, & Hygiene (wash). Centers for Disease Control and Prevention, National Center for Emerging and Zoonotic Infectious Diseases (NCEZID), Division of Foodborne, Waterborne, and Environmental Diseases. Retrieved from https://www.cdc.gov/healthywater/global/wash_statistics.htm
- Chew, M., Maheshwari, B., & Somerville, M. (2019). Photovoice for understanding groundwater management issues and challenges of villagers in Rajasthan, India. *Groundwater for Sustainable Development*, 8, 134–143. <https://doi.org/10.1016/j.gsd.2018.10.002>
- Cudennec, C., Lins, H., Uhlenbrook, S., & Arheimer, B. (2020). Editorial–Towards FAIR and SQUARE hydrological data. *Hydrological Sciences Journal*, 65, 681–682. <https://doi.org/10.1080/02626667.2020.1739397>
- Floury, P., Gaillardet, J., Gaye, E., Bouchez, J., Tallec, G., Ansart, P., et al. (2017). The potamochemical symphony: New progress in the high-frequency acquisition of stream chemical data. *Hydrology and Earth System Sciences*, 21(12), 6153–6165. <https://doi.org/10.5194/hess-21-6153-2017>
- Hajat, A., Hsia, C., & O'Neill, M. S. (2015). Socioeconomic disparities and air pollution exposure: A global review. *Current Environmental Health Reports*, 2(4), 440–450. <https://doi.org/10.1007/s40572-015-0069-5>
- Li, L., Sullivan, P. L., Benettin, P., Cirpka, O. A., Bishop, K., Brantley, S. L., et al. (2021). Toward catchment hydro-biogeochemical theories. *Wiley Interdisciplinary Reviews: Water*, 8(1), e1495. <https://doi.org/10.1002/wat2.1495>
- Njue, N., Kroese, J. S., Gräb, J., Jacobs, S. R., Weeser, B., Breuer, L., & Rufino, M. C. (2019). Citizen science in hydrological monitoring and ecosystem services management: State of the art and future prospects. *The Science of the Total Environment*, 693, 133531. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2019.07.337>
- Parvin, G. A., Shimi, A. C., Shaw, R., & Biswas, C. (2016). Flood in a changing climate: The impact on livelihood and how the rural poor cope in Bangladesh. *Climate*, 4(4), 60. <https://doi.org/10.3390/cli4040060>
- Phillips, K. W. (2014). How diversity makes us smarter. *Scientific American*, 311(4), 43–47. <https://doi.org/10.1038/scientificamerican1014-42>



Robinson, T. M., Shum, G., & Singh, S. (2018). Politically unhealthy: Flint's fight against poverty, environmental racism, and dirty water. *Journal. of International Crisis and Risk Communication Research*, 1(2), 6. <https://doi.org/10.30658/jicrcr.1.2.6>

Weintraub, S. R., Flores, A. N., Wieder, W. R., Sihi, D., Cagnarini, C., Gonçalves, D. R. P., et al. (2019). Leveraging environmental research and observation networks to advance soil carbon science. *Journal of Geophysical Research: Biogeosciences*, 124(5), 1047–1055. <https://doi.org/10.1029/2018JG004956>