

Ciencia ciudadana, teledetección y su importancia en la gestión sostenible de cuencas

Citizen science, remote sensing and its importance in sustainable watershed management

Argel García*, Luis Rumbo

Universidad Nacional Experimental de los Llanos Occidentales “Ezequiel Zamora”
(UNELLEZ), San Carlos, Cojedes, Venezuela.

Ensayo

***Autor de correspondencia:** argeljgb@gmail.com

Recibido: 30/05/2025

Recibido en forma revisada: 01/07/2025

Aceptado: 15/07/2025

Resumen

La ciencia ciudadana, entendida como la participación activa de la comunidad en investigaciones científicas, cobra relevancia en el contexto de la teledetección y su aplicación en la gestión de cuencas hidrográficas. Este ensayo argumenta que la integración de datos obtenidos a través de tecnologías de teledetección con el conocimiento local puede fortalecer significativamente los procesos de gestión y conservación de estos ecosistemas vitales. En primer lugar, se enfatiza el valor de la teledetección como herramienta para obtener información precisa y actualizada sobre el estado de las cuencas, permitiendo el monitoreo de variables ambientales esenciales. A su vez, la participación de ciudadanos en la recolección y análisis de esta

información no solo aumenta la cantidad de datos disponibles, sino que también promueve un sentido de pertenencia y responsabilidad hacia el entorno. Además, se discute cómo esta colaboración puede facilitar la identificación de problemáticas específicas de cada cuenca, optimizando así las estrategias de intervención. La combinación del conocimiento científico y la experiencia local crea un enfoque holístico que puede mejorar la resiliencia de los ecosistemas frente a desafíos como el cambio climático y la urbanización. En conclusión, el ensayo sostiene que la ciencia ciudadana, apoyada por la teledetección, es fundamental para implementar una gestión eficaz de las cuencas hidrográficas, promoviendo una participación activa de la comunidad en la conservación de sus recursos naturales.

Argel García. ORCID: <https://orcid.org/0009.0008.7009-0917>. Doctorante en Ambiente y Desarrollo. MSc. en Ingeniería Ambiental. Profesor contratado de la UNELLEZ, San Carlos – Cojedes- Venezuela.

Luis Rumbo. ORCID: <https://orcid.org/0009-0002-5550-3273>. Docente del Programa de Ciencias Básicas y Aplicadas. Ingeniero Agrícola. MSc en Ingeniería Ambiental. Doctor en Ambiente y Desarrollo, Perito Avaluador (ASAPROVE). Consultor FAO y Miembro del Observatorio Nacional de la Crisis Climática Región Cojedes Guárico.

Palabras clave: Ciencia ciudadana, Teledetección, Gestión sostenible y Cuencas.

Abstract

Citizen science, understood as the active participation of the community in scientific research, is gaining relevance in the context of remote sensing and its application in watershed management. This essay argues that the integration of data obtained through remote sensing technologies with local knowledge can significantly strengthen the management and conservation processes of these vital ecosystems. First, the value of remote sensing as a tool for obtaining accurate and up-to-date information about the status of watersheds is emphasized, allowing for the monitoring of essential environmental variables. Moreover, the participation of citizens in the collection and analysis of this information not only increases the amount of available data but also fosters a sense of belonging and responsibility towards the environment. Furthermore, it discusses how this collaboration can facilitate the identification of specific issues in each watershed, thus optimizing intervention strategies. The combination of scientific knowledge and local experience creates a holistic approach that can enhance the resilience of ecosystems against challenges such as climate change and urbanization. In

conclusion, the essay argues that citizen science, supported by remote sensing, is essential for implementing effective management of watersheds, promoting active community participation in the conservation of their natural resources.

Keywords: *Citizen science, Remote sensing, Sustainable management and Basins.*

1. Desarrollo

Es plausible reconocer, que los proyectos de ciencia ciudadana cada vez cobran mayor atención y despiertan el interés de gerentes y entidades públicas, de la comunidad científica y de las agencias implementadoras internacionales. No es una moda efímera, sino una realidad bien afianzada. Desde comienzos del siglo XXI no solo han ido creciendo el número, la diversidad y la complejidad de los proyectos, sino que su puesta en marcha ha ido a la par de un importante trabajo de reflexión. Se pone de manifiesto, que son muchos los esfuerzos que se han realizado para definir y enfocar la ciencia ciudadana hacia una ciencia y una cultura científica de calidad (Oltra, Pera y Ferrando, 2022).

De acuerdo con los autores citados, “la ciencia ciudadana suele definirse como la actividad científica que genera nuevo conocimiento con la participación voluntaria de las y los ciudadanos, quienes pueden

involucrarse en diferentes niveles del proceso científico, desde el diseño del planteamiento de partida, hasta la recolección de datos, el análisis o la difusión y comunicación de los resultados”. El conocimiento que se crea, puede tener aplicaciones al margen de la ciencia, como es la resolución de problemas sociales, económicos, locales, de salud, medioambientales, etc. La ciencia ciudadana plantea así una visión de la actividad científica mucho más amplia que la practicada hasta la actualidad.

En el mismo orden de ideas, Raya Diez (2023), expone que la Ciencia Ciudadana se refiere a la investigación científica que cuenta con la implicación activa del público no especializado junto con científicos y profesionales. Se ha demostrado que esta metodología mejora la relación entre ciencia y sociedad, promoviendo la educación científica y la toma de decisiones basada en evidencia.

En lo sucesivo se muestran las visiones de la Unión Europea, la Nasa y Latinoamérica sobre la Ciencia Ciudadana y su conexión con la teledetección y la gestión sostenible de cuencas hidrográficas.

2. Visión de la Unión Europea (UE) sobre la Ciencia Ciudadana, la Teledetección y la Gestión Sostenible de Cuencas Hidrográficas

La creciente preocupación por el deterioro ambiental y el cambio climático ha llevado a instituciones internacionales, como la Unión Europea (UE), a explorar nuevas formas de involucrar a la ciudadanía en la gestión de recursos naturales. La ciencia ciudadana, entendida como la participación activa de los ciudadanos en la recopilación y análisis de datos científicos, se ha convertido en un enfoque estratégico para abordar problemas complejos que afectan el medio ambiente. Dentro de este contexto, la combinación de la ciencia ciudadana con las técnicas de teledetección presenta una oportunidad significativa para la gestión sostenible de cuencas hidrográficas. Este ensayo argumentará que la visión de la UE sobre la ciencia ciudadana y la teledetección es fundamental para promover una gestión integrada y sostenible de las cuencas hidrográficas en Europa (Raya Diez, 2023).

En primer lugar, es preciso establecer qué se entiende por ciencia ciudadana y su relevancia en el contexto de la UE. La ciencia ciudadana permite a los ciudadanos participar activamente en proyectos de investigación científica, facilitando la recolección de datos y la observación del medio ambiente. En diversas iniciativas impulsadas por la UE, como el programa Copernicus, se han fomentado proyectos en los que los

ciudadanos recopilan información sobre la calidad del agua, la biodiversidad y los cambios en el uso del suelo. Esta participación no solo mejora la calidad de los datos obtenidos, sino que también empodera a las comunidades locales, fomentando la conciencia ambiental y la responsabilidad sobre sus recursos naturales.

Por otro lado, la teledetección, que utiliza tecnologías de observación de la Tierra como satélites y drones, proporciona datos precisos y en tiempo real sobre diferentes aspectos ambientales en las cuencas hidrográficas. Las imágenes satelitales permiten monitorear cambios en la cobertura terrestre, detectar contaminantes en cuerpos de agua y analizar patrones climáticos. Combinando la teledetección con la ciencia ciudadana, la UE ha desarrollado enfoques innovadores para la gestión sostenible de cuencas hidrográficas. Por ejemplo, los ciudadanos pueden ser capacitados para utilizar herramientas de teledetección y contribuir con sus observaciones locales, creando un sistema de monitoreo más robusto y eficaz (Pérez, et al., 2019).

La integración de la ciencia ciudadana y la teledetección contribuye significativamente a la gestión sostenible de cuencas hidrográficas al permitir una mejor toma de decisiones. Los datos recopilados por

los ciudadanos, junto con la información obtenida desde el espacio, proporcionan una visión holística del estado de una cuenca hidrográfica. Esto facilita la identificación de problemas, como la contaminación o la pérdida de biodiversidad, y permite implementar medidas de mitigación adecuadas. Además, al involucrar a la comunidad en este proceso, se fomenta una cultura de sostenibilidad y un compromiso a largo plazo hacia la preservación de los recursos hídricos.

Sin embargo, la UE reconoce que, a pesar de los beneficios evidentes, la implementación de estrategias de ciencia ciudadana y teledetección enfrenta desafíos significativos. Uno de los principales obstáculos radica en la necesidad de formación y capacitación para los ciudadanos participantes. No todos tienen los conocimientos técnicos necesarios para llevar a cabo la recolección y análisis de datos de forma efectiva. Bajo este contexto, la UE invierte en programas educativos que capacitan a los ciudadanos en el uso de tecnologías de teledetección y en metodologías de investigación científica.

Además, es crucial garantizar la calidad y validez de los datos recopilados por los ciudadanos. Para ello, se requiere una estructura de supervisión y validación que

asegure que la información sea confiable y útil para la toma de decisiones. La colaboración entre científicos, administradores de recursos hídricos y ciudadanos es esencial para diseñar protocolos claros que garanticen la calidad de los datos.

La visión de la Unión Europea sobre la ciencia ciudadana y la teledetección ofrece una perspectiva prometedora para la gestión sostenible de cuencas hidrográficas. Al fomentar la participación activa de los ciudadanos y combinar sus esfuerzos con las herramientas avanzadas de teledetección, es posible desarrollar estrategias más efectivas y responsables para manejar los recursos hídricos. Sin embargo, es fundamental abordar los desafíos asociados con la capacitación y la calidad de los datos para maximizar el potencial de estas iniciativas. La integración de la ciencia ciudadana y la teledetección no solo beneficiará a las cuencas hidrográficas, sino que también fortalecerá el compromiso ciudadano hacia un futuro más sostenible en la Unión Europea.

3. Visión de la NASA

Para la NASA, la gestión sostenible de cuencas hidrográficas es un desafío crítico en el contexto de un mundo que enfrenta problemas ambientales cada vez más complejos. Ante esta realidad, ha adoptado un

enfoque innovador que combina ciencia ciudadana y teledetección para abordar estos retos desde una perspectiva integral. La NASA admite, que la ciencia ciudadana, apoyada en tecnologías avanzadas de teledetección, no solo es esencial para monitorear y gestionar las cuencas hidrográficas, sino que también empodera a las comunidades locales y fomenta un entendimiento más profundo de la interconexión entre el ser humano y el medio ambiente (NASA, 2025).

En este sentido, es fundamental comprender qué implica la ciencia ciudadana para la NASA. Esta práctica promueve la participación activa de ciudadanos en actividades científicas, permitiendo la recopilación y análisis de datos de manera colaborativa. Un ejemplo de estas iniciativas, lo constituye la implementación de proyectos que integran la ciencia ciudadana, como el programa GLOBE (*Global Learning and Observations to Benefit the Environment*), que anima a los estudiantes y a la comunidad en general a realizar observaciones en sus entornos locales. A través de estas iniciativas, los ciudadanos se convierten en colaboradores en la recolección de datos esenciales sobre el estado de su entorno, lo cual es clave para la gestión de cuencas hidrográficas.

Por otro lado, la teledetección se hace cada vez más relevante en la gestión ambiental. Las tecnologías satelitales permiten obtener imágenes y datos precisos sobre una amplia variedad de variables ecológicas y climáticas, que pueden ser cruciales para el monitoreo del uso del suelo, la calidad del agua y otros indicadores clave en las cuencas hidrográficas. La NASA cuenta con satélites como Terra (lanzado en 1999), Aqua (lanzado en 2002) y Landsat (lanzado en 1972). En este sentido, se destaca que los satélites mencionados cuentan con sensores, como por ejemplo MODIS (a bordo del Satélite Terra), que proporcionan información valiosa sobre la biodiversidad, el cambio climático y las dinámicas socioeconómicas. Integrar la teledetección con data proveniente de la ciencia ciudadana ofrece un enfoque holístico que puede mejorar la gestión de recursos hídricos y la planificación territorial.

La conjunción de ambas metodologías, ciencia ciudadana y teledetección potencia la capacidad de respuesta ante problemas críticos como la contaminación, la deforestación y el cambio climático. Por ejemplo, mediante el monitoreo continuo de la calidad del agua a través de sensores remotos, las comunidades pueden ser alertadas sobre la aparición de contaminantes

o variaciones en los niveles de agua, lo que permite implementar acciones correctivas más rápidamente. Además, al involucrar a los ciudadanos en la recolección de datos, se crea un sentido de responsabilidad y pertenencia hacia el entorno, lo que puede traducirse en prácticas más sostenibles y en la defensa de políticas públicas que protejan las cuencas hidrográficas.

Con respecto a los principales desafíos, se destaca, que, para la implementación de estas herramientas, la capacitación de los ciudadanos en técnicas de recolección de datos, así como la necesidad de asegurar que estos datos sean accesibles y comprensibles, son factores críticos para el éxito de estos proyectos. Asimismo, la integración de datos de teledetección con observaciones locales requiere de plataformas adecuadas que permitan la visualización y el análisis efectivo de la información.

La visión de la NASA sobre la ciencia ciudadana, combinada con las tecnologías de teledetección, presenta un enfoque innovador y necesario para la gestión sostenible de cuencas hidrográficas. Al empoderar a las comunidades y facilitar el acceso a datos de alta calidad, no solo se mejora la capacidad de reacción ante problemas ambientales, sino que también se fomenta un aprendizaje colectivo que fortalece el vínculo entre los

ciudadanos y su entorno. La correcta implementación de estas herramientas puede ser clave para promover una cultura de sostenibilidad que responda eficazmente a los desafíos ambientales actuales y futuros.

4. Visión de Latinoamérica

En estas latitudes, el contexto se mantiene, existe una creciente preocupación por la degradación ambiental y el cambio climático que llevan a una búsqueda constante de soluciones sostenibles para Latinoamérica. Es así, como la ciencia ciudadana y la teledetección emergen como herramientas clave para la gestión sostenible de cuencas hidrográficas. La ciencia ciudadana permite la participación activa de los ciudadanos en la recopilación de datos, mientras que la teledetección proporciona información precisa y actualizada sobre el uso del suelo y los recursos hídricos.

De este modo, es crucial entender el concepto de ciencia ciudadana, éste se refiere a la participación de individuos no profesionales en proyectos científicos, donde aportan datos e información valiosa. En Latinoamérica, esta práctica ha cobrado relevancia, especialmente en comunidades rurales donde los recursos y el acceso a tecnología son limitados. Los ciudadanos, al involucrarse en la recolección de datos ambientales, no solo se convierten en agentes

activos de cambio, sino que también adquieren conciencia sobre su entorno y la importancia de la conservación (Golinelli, Vega-Villa y Villa-Romero, 2015).

Por otro lado, la teledetección, que utiliza satélites y otras tecnologías para obtener datos sobre la superficie terrestre, ofrece una visión integral y en tiempo real de las condiciones ambientales. Esta herramienta permite monitorear variables críticas, como la calidad del agua, la deforestación, y los cambios en el uso del suelo. En el contexto de la gestión de cuencas hidrográficas, la teledetección ofrece información fundamental para evaluar los impactos de actividades humanas y fenómenos naturales, así como para la planificación y la toma de decisiones informadas.

La combinación de la ciencia ciudadana y la teledetección potencia la capacidad de las comunidades para gestionar sus recursos hídricos de manera sostenible. A través de proyectos integrados, donde los ciudadanos recopilan datos que luego son analizados mediante técnicas de teledetección, se logra una imagen más completa de las dinámicas ambientales. Por ejemplo, en varias iniciativas en países como Brasil y Colombia, se han implementado programas donde las comunidades locales participan activamente en el monitoreo de la calidad del agua,

utilizando aplicaciones móviles que permiten informar y compartir datos con investigadores y autoridades.

Se siguen reconociendo, aspectos fundamentales como: a) es fundamental que exista una capacitación adecuada para las comunidades, y b) la formación en el uso de tecnologías de teledetección y la interpretación de datos es esencial para empoderar a los ciudadanos y asegurar que sus contribuciones sean significativas. A medida que aumente la capacidad técnica de las comunidades, también se fortalecerá la gobernanza ambiental y se promoverán acciones más efectivas para la conservación de las cuencas hidrográficas.

La visión de Latinoamérica sobre la ciencia ciudadana y la teledetección representa una oportunidad única para avanzar hacia la gestión sostenible de cuencas hidrográficas. La participación activa de los ciudadanos, combinada con el poder analítico de la teledetección, no solo mejora la toma de decisiones ambientales, sino que también fomenta un sentido de pertenencia y responsabilidad social por parte de las comunidades. Es imperativo que gobiernos, organizaciones no gubernamentales y académicos trabajen juntos para desarrollar programas que capaciten a las comunidades y faciliten la integración de ambas

metodologías. Solo así se podrá enfrentar eficazmente los desafíos ambientales del presente y garantizar un futuro sostenible para las cuencas hidrográficas en la región.

5. El caso venezolano

La integración de la ciencia ciudadana y la teledetección es particularmente relevante en Venezuela, dado que el país enfrenta desafíos significativos en la gestión de sus recursos hídricos. Las cuencas hidrográficas venezolanas son vitales para el abastecimiento de agua potable, la agricultura y la biodiversidad. Sin embargo, la contaminación, la deforestación y el cambio climático amenazan su integridad. Al involucrar a la ciudadanía en la recolección de datos a través de plataformas digitales o aplicaciones móviles, se pueden generar bases de datos comunitarias que, en conjunto con la información obtenida mediante teledetección, permiten un análisis más integral y participativo de los problemas que enfrenta cada cuenca.

Un ejemplo de este enfoque se puede observar en el trabajo realizado por organizaciones locales en el Parque Nacional Canaima. Aquí, los habitantes han sido capacitados para usar plataformas de teledetección para monitorear cambios en el uso del suelo, así como la calidad del agua en ríos y lagunas. Esta colaboración ha

permitido a los científicos académicos y a las autoridades ambientales a tener acceso a información en tiempo real y mejorar las intervenciones en la gestión del parque. Al fomentar la participación local, los residentes se convierten en defensores de su entorno, promoviendo prácticas sostenibles y preservando la biodiversidad.

Además, la combinación de ciencia ciudadana y teledetección contribuye a la resiliencia de las comunidades frente a desastres naturales. En contextos donde el cambio climático exacerba fenómenos como sequías e inundaciones, contar con sistemas de alerta temprana basados en datos confiables y de acceso público permite a las comunidades reaccionar de manera temprana y coordinada. Este enfoque participativo no solo salva vidas, sino que también fortalece el tejido social al unir a los miembros de la comunidad en torno a objetivos comunes relacionados con la protección de su entorno.

Sin embargo, para que esta integración sea efectiva, es crucial superar algunos desafíos. La falta de financiamiento, la escasa educación ambiental y la limitada infraestructura tecnológica pueden dificultar la implementación de programas de ciencia ciudadana que utilizan teledetección. Por tanto, se requiere un esfuerzo conjunto entre el gobierno, organizaciones no

gubernamentales, universidades y la comunidad, creando un ecosistema de apoyo que permita aprovechar al máximo estas herramientas.

6. Reflexiones finales

Como reflexión final, puede afirmarse, que la conexión entre la ciencia ciudadana y la teledetección tienen el potencial de transformar la gestión de cuencas hidrográficas en Venezuela, haciéndola más inclusiva, eficaz y sostenible. La participación activa de la ciudadanía en la recolección y análisis de datos ambientales empodera a las comunidades y genera un sentido de responsabilidad compartida sobre sus recursos. Al integrar metodologías contemporáneas de teledetección, se cuenta con un enfoque robusto y dinámico que puede responder a las urgencias del contexto ambiental actual. Así, es imperativo promover políticas públicas que favorezcan esta sinergia, garantizando un futuro sostenible para las cuencas hidrográficas venezolanas y sus comunidades.

Referencias

Díez, E. R. (2023). Ciencia ciudadana: ciudadanía en la ciencia. *Revista electrónica de Derecho de la Universidad de La Rioja, REDUR*, (21), 47-54. Recuperado de: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/artic>

- ulo?codigo=9553708. [Consulta: 2025, abril 23]
- Golinelli, S., Vega-Villa, K., & Villa-Romero, J. F. (2015). Biodiversidad: ciencia ciudadana, saberes originarios y biodiversidad aplicada en la economía social del conocimiento. In Buen Conocer-FLOK Society. Modelos sostenibles y políticas públicas para una economía social del conocimiento común y abierto en el Ecuador (pp. 345-406). Asociación aLabs. Recuperado de: <https://ridum.umanizales.edu.co/items/6c9a9eab-f28e-4f5a-9411-694d0c7cb2e4>. [Consulta: 2025, abril 23]
- NASA - ARSET (2025). Conectando la ciencia ciudadana [Webinar]. TRAINING NASA ARSET. https://youtu.be/y_N47fiHyl4
- Oltra, A., Piera, J., & Ferrando González, L. (2022). Breve guía sobre ciencia ciudadana CSIC. Recuperado de: <https://digital.csic.es/handle/10261/306282>. [Consulta: 2025, abril 23]
- Pérez Martín, B., Serna Martínez, A., Delgado Hernández, J., Caballero García, M., & Villa Alcázar, G. (2020). El Programa Copernicus para la monitorización del territorio y los Objetivos del Desarrollo Sostenible. Instituto Geográfico Nacional (IGN). Madrid, ES: Disponible en: DOI, 10(162.13), 2020. [Consulta: 2025, abril 23]