

GEOCIENCIAS Y TECNOLOGÍAS VERDES PARA LA GESTIÓN SUSTENTABLE DE CUENCAS HIDROGRÁFICAS, BAJO LA COSMOVISIÓN DE LA TRANSDISCIPLINARIEDAD

(GEOSCIENCE AND GREEN TECHNOLOGIES FOR THE SUSTAINABLE MANAGEMENT OF HYDROGRAPHIC BASINS UNDER THE TRANSDISCIPLINARITY WORLDVIEW)

Rumbo L.¹ y Paredes F.²

MSc. Luis Rumbo, Profesor con categoría Asociado, adscrito al Programa Ciencias Básicas y Aplicadas de la UNELLEZ-VIPI, Venezuela; luisrumbo@gmail.com

Dr. Franklin Paredes, Profesor con categoría Titular, adscrito al Programa Ciencias Básicas y Aplicadas de la UNELLEZ-VIPI, Venezuela; franklinparedes75@gmail.com

Recibido: 4/11/2021 **Aceptado:** 12/01/2022

RESUMEN

En el presente ensayo se muestra la pertinencia de las geociencias y las tecnologías verdes en la gestión sustentable de cuencas hidrográficas bajo la cosmovisión de la transdisciplinarietà. Las reflexiones finales son: a) El camino hacia una verdadera gestión sustentable de cuencas bajo los criterios de una economía verde, teniendo como eje central la aplicación del paradigma de la transdisciplinarietà en el enfoque, es necesario para lograr las metas que nos exige el desarrollo sostenible; ¿es complicado? sí, más no imposible. Las teorías, los procedimientos y las herramientas están, solo hace falta voluntad política para emprender el camino. b) El desarrollo de nuevas ciencias y herramientas tecnológicas verdes fortalecen los estudios y proyectos destinados a la gestión sustentable de los recursos naturales del planeta.

Palabras clave: Geociencia, tecnologías verdes, gestión sustentable, gestión sustentable.

ABSTRACT

This essay shows the relevance of geosciences and green technologies in the sustainable management of hydrographic basins under the worldview of transdisciplinarietà. The final reflections are: a) The path towards a true sustainable management of basins under the criteria of a green economy, having as its central axis the application of the paradigm of transdisciplinarietà in the approach, is necessary to achieve the goals that development demands of us. sustainable; it's complicated? yes, but not impossible. Theories, procedures and tools are there, all that is needed is the political will to embark on the path. b) The development of new sciences and green technological tools strengthen studies and projects aimed at the sustainable management of the planet's natural resources.

Keywords: *Geoscience, green technologies, sustainable management, sustainable management.*

INTRODUCCIÓN

El uso de los recursos naturales de una cuenca ocasiona el agotamiento de los mismos y crea serios problemas ambientales y de calidad del agua en todos los países del mundo. Aspectos como deforestación, minería, construcción de vías, urbanizaciones, uso agropecuario, canalizaciones de cauces, usos de las planicies de inundación, drenado de los pantanos, desarrollos energéticos, y otros, ocasionan efectos inevitables sobre la calidad y cantidad del agua y en general sobre el ecosistema cuenca, que pueden afectar seriamente el desarrollo de las sociedades en el presente y en el futuro, si no se toma en cuenta su conservación.

Todos los aspectos de la conservación de los recursos naturales enfocan hacia una concepción global de transdisciplinariedad, que permita el manejo adecuado del agua en las cuencas, y que reconozca los aspectos físicos que caracterizan a los recursos, los problemas de degradación, sus orígenes y las técnicas para disminuir o evitar los

impactos que crean dichos usos. En este sentido, las técnicas de manejo y de colección de información de interés cobran relevancia, en lo sucesivo se muestra lo pertinente de las geociencias y tecnologías verdes en la gestión sustentable de las cuencas hidrográficas.

DESARROLLO

Sustentabilidad ambiental, rol de las tecnologías verdes

El lograr un ambiente sostenible es un paradigma para el futuro en el que las cuatro dimensiones: ecología, sociedad, cultura y economía deben estar equilibrados para mejorar la calidad de vida en el planeta. Según el Informe Brundtland (1987), desarrollo sostenible se entiende como aquel que satisface las necesidades del presente sin comprometer la capacidad de satisfacer las necesidades por parte de las generaciones futuras. A finales de 2012, había alrededor de 7,06 billones de personas en el mundo, y se espera que sean más de 10 mil millones para 2100 (Thangavel y Sridevi, 2015). Como resultado, existe una imperiosa necesidad de agua limpia, a alimentos y

un ambiente sano para todos, esto es difícil de garantizar teniendo suelos agotados y fuentes de agua cargadas de sustancias químicas contaminantes. La solución: implementación de tecnologías verdes, también denominadas tecnologías no contaminantes o ecológicas, son aquellos bienes y servicios que mejoran la calidad del aire, del agua, del suelo o que buscan soluciones a los problemas relacionados con los residuos o el ruido; para conservar los recursos naturales y los ecosistemas (Thangavel y Sridevi, *op cit.*).

De acuerdo al informe del Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD) en 2012 más del 30% de la producción de alimentos se desperdicia todos los años, pero el 40% de los niños en África menores de 5 años están desnutridos; situaciones incongruentes que no deberían suceder. En la Conferencia de Naciones Unidas sobre Desarrollo Sostenible, fue lanzado el “Desafío Hambre Cero” por el secretario general de la Organización de las Naciones Unidas (ONU), Ban Ki-moon, donde todos los países trabajarán por un futuro en el que cada individuo tendría

una nutrición adecuada. Se afirma, además, que el consumo sostenible es una mejor manera de reducir el uso de los recursos, la degradación y la contaminación; y aumentar la calidad de vida de los seres humano.

En el mismo orden de ideas, Thangavel y Sridevi (*op cit.*) indican que la energía renovable podría representar el 77% del suministro total de energía primaria para 2050, de hecho, durante los últimos años se ha visto un aumento en la innovación verde, y cada vez es mayor la cantidad de capital de riesgo que está fluyendo hacia ese campo del conocimiento; un ejemplo de ello lo representa India, calificada como el tercer país más atractivo para la inversión en energías renovables. Un concepto revolucionario de estas tecnologías son los Edificios Verdes, el cual ha atraído tanto a los promotores de construcción como a los usuarios finales en términos de las condiciones de vida rentables, así como saludables y cómodas en términos de aprovechamiento eficiente de energía y agua, conservación de recursos naturales y generación de menos residuos.

En este contexto, la economía verde abarca todas las oportunidades económicas derivadas de acciones que promueven la sostenibilidad, mejorando el bienestar humano y la equidad social, reduciendo significativamente los riesgos ambientales y el deterioro ecológico. La economía verde también se conoce como “crecimiento verde”. La economía verde ha venido expandiéndose en la Unión Europea y a nivel global a través de tecnologías limpias con producción de energía verde producida por ejemplo por aerogeneradores y tecnología solar. Además, los criterios de la economía verde también se utilizan en sectores agrícolas como por ejemplo: el uso de diferentes tipos de razas animales y de plantas con alto rendimiento genético, bioconversión de biomasa vegetal y productos verdes como calor y potencia, alimentación animal, o biogás por digestión anaeróbica obtenidos de biorreactores, uso de residuos agrícolas y sus derivados en la producción (Watanabe, Kapur, Aydin, Kanber y Akca, 2019): Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO), 2012).

Además, se sabe que los materiales provenientes de la producción verde pueden contener compuestos de alto valor, tales como antioxidantes, pigmentos y otras moléculas de interés. Por ejemplo, la quercetina o el extracto de cebolla, el cual es un potente antioxidante que tiene un efecto positivo contra el cáncer, enfermedades neurodegenerativas y cardiovascular (Watanabe, *et al.*, 2019).

Recientemente, la mayoría de las investigaciones sobre aspectos de biorremediación se han enfocado principalmente en la remediación de ambientes contaminados a diferentes niveles sin afectar la flora y fauna benéfica del suelo. Otro ejemplo lo constituye la agricultura sostenible, en la cual se ponen en práctica técnicas como: vermitécnicas, biofertilizantes, bioplaguicidas, uso de las bacterias promotoras del crecimiento de las plantas y uso de hongos en la fitorremediación, la mejora de la calidad del suelo o su estado de salud a través de enmiendas que favorecen su estructuración, uso de plantas hiperacumuladoras de doble beneficio como la fitoextracción y biofortificación para resolver las

deficiencias de nutrientes; especialmente en la producción de alimentos básicos (Watanabe, *et al.*, *op cit.*).

Por otro lado, el cuarto Informe de Desarrollo de Agua Mundial de la ONU recomendó el uso de enfoques más amplios de colaboración e integración de la gestión del agua para evitar conflictos futuros sobre el agua entre naciones y, dentro de naciones, así como entre agricultores, urbanistas, productores de energía, ecologistas e industrias. En tal sentido, las tecnologías verdes se centran principalmente en las fuentes de energía renovables y sostenibles, prácticas agrícolas sustentables, fito y biorremediación de contaminantes, uso de energías limpias y sostenibles, utilización sustentable de recursos, edificios verdes, química verde y economía verde. Todas estas tecnologías ecológicas ayudarán a reducir la cantidad de residuos, la contaminación y mejorar el crecimiento económico de las naciones en una forma sostenible (Watanabe, *et al.*, *op cit.*).

Geociencias al servicio de la gestión sustentable de las cuencas hidrográficas

Los problemas ambientales, incluyendo la contaminación del aire y el agua, el cambio climático, la sobreexplotación de los ecosistemas marinos, el agotamiento de los recursos fósiles, conservación de la biodiversidad; están recibiendo mayor atención por parte del público, grupos de interés como las Organizaciones No Gubernamentales y los grupos académicos, tanto a escala local y planetaria. Es reconocido que las actividades humanas producen importantes efectos ecológicos y ambientales. Ejemplos de ello, el estrés con pérdida irreversible de especies, destrucción de hábitat, pudiendo presentarse catástrofes como ejemplos dramáticos de sus efectos (De Lara y Doyen, 2008).

En la actualidad, a los fines de poder cumplir con los preceptos del tan ansiado desarrollo sustentable, surgen las llamadas Geociencias y herramientas tecnológicas verdes para la gestión armónica de los recursos naturales. Un primer ejemplo lo representa la tecnología de LIDAR, acrónimo de Light Detection and Ranging, es decir, detección por luz y distancia. Se trata de un sistema láser que

permite medir la distancia entre el punto de emisión de ese láser hasta un objeto o superficie. El tiempo que tarda ese láser en llegar a su objetivo y volver del mismo, permite estimar la distancia entre los dos puntos. El resultado es que se puede obtener un mapa en 3D de alta resolución para conocer el terreno en cuestión. Otra herramienta tecnológica de gran utilidad son los llamados drones aplicados al campo de la topografía, un dron es una aeronave no tripulada en la cual pueden intercambiarse distintos tipos de cámaras (hasta 8), desde RGB, NIR (infrarrojo cercano), térmica y multispectral; permitiendo cumplir múltiples líneas de negocio.

Como producto final, de la manipulación de estas imágenes con los softwares adecuados para este fin, se pueden obtener modelos digitales de terreno de grandes extensiones terrestres. En el mismo orden de ideas, se encuentran los modernos equipos para realizar estudios batimétricos complejos, tal es el caso del bote científico no tripulado y radio controlado, el Z-Boat 1800 HS. El Z-Boat es un moderno bote científico, radio controlado para la

realización de proyectos batimétricos en aguas someras y/o industriales. Con la utilización de posicionamiento RTK con equipos geodésicos (GNSS/GPS) y ecosondas científicas, este sistema es capaz de realizar mediciones en tiempo real desde la estación de control del operador. Además de las mediciones de profundidad, el sistema puede grabar y transmitir un video HD en tiempo real para inspecciones visuales.

Por último, puede citarse una ciencia reciente conocida como “Morfometría digital del suelo”, la cual se define como la “aplicación de herramientas y técnicas para medir, mapear y cuantificar los atributos del perfil del suelo en forma continua (Hartemink y Minasny 2016).

Gestión de cuencas, un nuevo enfoque

La gestión de cuencas hidrográficas ha evolucionado pasando por diversas etapas de desarrollo. En las primeras, formaba parte de la silvicultura y de la hidrología. La participación de la población no se tenía en cuenta. Se trataba de un asunto que competía a las dependencias forestales del gobierno. En la segunda etapa se relacionó con la gestión de los recursos naturales. Se incluyeron

actividades que contemplaban el beneficio económico. Actualmente se dirige la atención a los beneficiarios. Hoy se trata de una gestión “participativa e integrada”, con el compromiso de la población local (Sandhu, 2017).

Bajo este contexto, cabría preguntarse ¿Qué significa de verdad gestión integrada de cuencas hidrográficas? En la formulación de los planes (de manejo de cuencas hidrográficas), se deberían tener en cuenta tanto los atributos de la tierra y los recursos hídricos como los factores socioeconómicos que repercuten en el desarrollo de los seres humanos en esa zona en general, y las prácticas de uso de la tierra en particular. Asimismo, debería contemplarse un apoyo operacional permanente. Sin un control social adecuado del uso de los recursos mundiales de tierras y agua, el desarrollo tecnológico excesivo puede conducir, a largo plazo, al subdesarrollo regional o nacional. Es más, debe haber conciencia del sistema total de suelos y agua, tanto río arriba como río abajo, y de los beneficios interrelacionados que se pueden obtener mediante la aplicación

inteligente de las tecnologías verdes modernas (Sandhu, *op cit*).

De esta manera, puede evidenciarse el engranaje perfecto que puede lograrse conjugando las tecnologías verdes con los nuevos enfoques de gestión de cuencas, los cuales apuntan a ejercer una acción integradora del ambiente y los diversos ecosistemas presentes en ella como un todo, donde existirán aportes de los distintos campos del saber y se tratará que exista un balance entre cada uno de ellos. Si esto puede lograrse, sin duda alguna el desarrollo sustentable puede lograrse.

¿Puede el paradigma de la Transdisciplinariedad ayudar en la gestión sustentable de cuencas hidrográficas?

Haciendo una revisión de las ideas planteadas por Martínez (2002), puede afirmarse que el paradigma de la transdisciplinariedad se adapta muy bien a los nuevos enfoques que se requieren para realizar una gestión verdaderamente sustentable de cuencas hidrográficas donde se integren los conceptos relacionados con el uso de las tecnologías verdes. Tal afirmación obedece a los principios plasmados en dicho paradigma

y resaltados por el Martínez (2002), como por ejemplo: “la investigación transdisciplinaria, a diferencia de las investigaciones inter y multidisciplinarias, las trasciende; aunado a ello está formada por una completa integración teórica y práctica”. Los participantes van más allá de sus propias disciplinas (o las ven sólo como complementarias) pudiendo crear un nuevo mapa cognitivo común sobre el problema que se ataca, es decir, comparten un marco epistémico amplio y una cierta meta-metodología que les sirve para constituir conceptualmente las diferentes orientaciones de sus análisis, postulados o principios básicos, perspectivas o enfoques, procesos metodológicos, instrumentos conceptuales, etc. Como puede observarse, este paradigma de investigación es el ideal para abordar los múltiples y complejos problemas presentes en las cuencas hidrográficas.

En el mismo orden de ideas, resulta interesante el análisis realizado a el documento: “Desarrollo Sustentable, la salida para América Latina”, de Gabaldón (2011); bajo la modalidad de Recensiones

Orales en la óptica de los académicos Luis Beltrán Petrosini, Luis Pedro España y Francisco Monaldi. Tratando de aglutinar las principales ideas contenidas en sus análisis, puede afirmarse en primer lugar, que si se quiere alcanzar el anhelado desarrollo sustentable en los llamados países sub-desarrollados entre los cuales se incluye Venezuela; deben congregarse las siguientes iniciativas: deben procurarse múltiples cambios en nuestros Estados y sociedades, lo cual requiere de líderes lúcidos y de un entorno político favorable, constituido por un sistema democrático moderno, en constante proceso de reformas para su perfeccionamiento, como país debe aspirarse a constituir un verdadero estado de derecho que propenda a consolidar el correcto funcionamiento de las instituciones conjugado con la correcta separación de poderes, las estrategias económicas deben apuntar a lograr un sistema que en el tiempo sea menos dependiente del petróleo y en este sentido es oportuna la frase de Arturo Uslar Pietri “debemos sembrar el petróleo” (Gabaldón, 2011), debe además realizarse una reconstrucción de nuestro aparato

productivo es imperante; y no menos importante debe reconocerse de una vez por todas que la segmentación social que provoca la polarización ideológica, es nociva a cualquier iniciativa de construir un modelo de país con orientación al desarrollo sustentable.

En el campo de lo social, es de incalculable valor el análisis y las principales reflexiones y conclusiones señaladas. Cabe mencionar que éstas giran en reconocer que el modelo actual, a pesar de haber manejado cuantiosas sumas de capital producto de la renta petrolera, no ha logrado resolver la desigualdad de clases y la pobreza en general. La orientación de las políticas sociales, aunque han sido numerosas, no han rendido los frutos que se esperaban de ellas. Se reconoce en el análisis, que nuestro fracaso se debe a que no hemos sido capaces de lograr una verdadera inclusión social ni establecer los modos culturales requeridos para nuestro desarrollo. Se reconoce, además, que debe procurarse la generación de un consenso social entre los venezolanos sobre el tipo de políticas que necesitamos instrumentar.

No deja de reconocerse que es a través de la educación y el cambio institucional profundo, como podremos avanzar hacia una sociedad más proclive al progreso humano, con equidad y con mayor conciencia ecológica. Sin duda alguna, toda esta compleja situación debe apuntar a seguir promoviendo los cambios necesarios en los enfoques modernos de sustentabilidad que deben aplicarse a la gestión de cuencas hidrográficas en Venezuela y en particular, el estado Cojedes; donde se reconoce la necesidad de implementar el paradigma de la Transdisciplinariedad.

REFLEXIONES FINALES

Como reflexiones finales, puede aseverarse: a) El camino hacia una verdadera gestión sustentable de cuencas bajo los criterios de una economía verde, teniendo como eje central la aplicación del paradigma de la transdisciplinariedad en el enfoque, es necesario para lograr las metas que nos exige el desarrollo sostenible; ¿es complicado? sí, mas no imposible. Las teorías, los procedimientos y las herramientas están, solo hace falta voluntad política para emprender el camino. b) El desarrollo de nuevas

ciencias y herramientas tecnológicas verdes fortalecen los estudios y proyectos destinados a la gestión sustentable de los recursos naturales del planeta.

REFERENCIAS CONSULTADAS

De Lara, M.; Doyen, L. (2008). Sustainable Management of Natural Resources, Mathematical Models and Methods. Springer Verlag Berlin Heidelberg. ISBN: 978-3-540-79073-0. DOI <https://doi.org/10.1007/978-3-540-79074-7>

FAO. (2012). Greening the Economy with Agriculture. FAO Swiss Confederation. Suiza.

Gabaldón, A. J. (2011). Desarrollo Sustentable, La salida para América Latina. Recensiones Orales. Número 5. Academia Nacional de Ciencias Económicas. ISBN: 978-980-336-014-6.

Hartemink, A. E., Minasny, B. (2016). Digital Soil Morphometrics. Springer International Publishing Switzerland. ISBN 978-3-319-28294-7. DOI <https://doi.org/10.1007/978-3-319-28295-4>

Martínez, M., M. (2002). La nueva ciencia: su desafío, lógica y método. México. Ediciones Trillas. ISBN 968-24-4659-7.

Sandhu, H. (2017). Ecosystem Functions and Management, Theory and Practice. Springer International Publishing AG. ISBN 978-3-319-53966-9. DOI <https://doi.org/10.1007/978-3-319-53967-6>

Thangavel, P., Sridevi, G. (2015). Environmental Sustainability Role of Green Technologies. Springer New Delhi Heidelberg New York Dordrecht London. ISBN 978-81-322-2055-8. DOI <https://doi.org/10.1007/978-81-322-2056-5>

Watanabe, T., Kapur, S., Aydın, M., Kanber, R., Akça, E. (2019). Climate Change Impacts on Basin Agroecosystems, The Anthropocene: Politik - Economics - Society - Science. Springer Nature Switzerland AG. ISBN 978-3-030-01035-5. DOI <https://doi.org/10.1007/978-3-030-01036-2>