






Tipo de artículo: Análisis

Desafíos y oportunidades para la popularización de la Ciencia Verde en Latinoamérica y el Caribe.

Challenges and opportunities for the popularization of Green Science in Latin America and the Caribbean.

 Mary Luz Ojeda Solarte¹,  José Gabriel Pérez Canencio²,  Jorge Enrique Guevara Bejarano³,  Christian Andrés Cuero Gamboa⁴,  Miguel Ángel Pérez Ojeda⁵.

1. Ingeniera de Sistemas, Docente Universitario. Unidad Central del Valle del Cauca. Tuluá.

Colombia. mojeda@uceva.edu.co

2. Ingeniero de Sistemas, Docente Universitario. Unidad Central del Valle del Cauca. Tuluá.

Colombia. jperez@uceva.edu.co

3. Biólogo, Docente Universitario. Unidad Central del Valle del Cauca. Tuluá. Colombia.

jguevara@uceva.edu.co

4. Licenciado en Educación Básica con Énfasis en Lenguas Extranjeras, Docente Universitario.

Unidad Central del Valle del Cauca. Tuluá. Colombia. ccuero@uceva.edu.co

5. Ingeniero Biomédico (tesista). Universidad Autónoma de Occidente. Cali. Colombia.

Miguel_angel.perez@uao.edu.co

RESUMEN

La región de Latinoamérica y el Caribe, con su rica biodiversidad, enfrenta el reto de integrar la Ciencia Verde en los currículos educativos y en las políticas públicas, en un contexto marcado por desafíos socioeconómicos y falta de recursos. A pesar de la creciente conciencia sobre la crisis climática, la educación ambiental sigue siendo insuficiente, limitando la formación de ciudadanos comprometidos con la sostenibilidad.

Este artículo presenta algunos desafíos en la popularización de la Ciencia Verde, incluyendo la falta de integración curricular, la capacitación docente, el acceso desigual a recursos educativos, el compromiso político y las brechas culturales. Se propone que la transformación digital, a través de tecnologías de cuarta y quinta generación, ofrece oportunidades para superar estas barreras. Herramientas como la inteligencia artificial, el Internet de las Cosas y plataformas digitales pueden facilitar la formación docente, democratizar el acceso a materiales educativos y promover la participación ciudadana en la formulación de políticas ambientales.

Asimismo, se enfatiza la importancia de inculcar una conciencia ambiental desde la niñez, permitiendo a las nuevas generaciones convertirse en agentes de cambio en sus comunidades.

Al integrar estos enfoques, se busca empoderar a las comunidades para que tomen decisiones informadas sobre la conservación y el desarrollo sostenible, promoviendo un futuro más resiliente y comprometido con la protección del planeta

Palabras clave: Ciencia verde, Sostenibilidad ambiental, Participación ciudadana, Medio ambiente, Conciencia ambiental, Educación ambiental.

Citar como: Ojeda Solarte, M. L., Pérez Canencio, J. G., Guevara Bejarano, J. E., Cuero Gamboa, C. A., & Pérez Ojeda, M. A. (2024). Desafíos y oportunidades para la popularización de la Ciencia Verde en Latinoamérica y el Caribe. *Journal Boliviano De Ciencias*, 20(56). 81-93 <https://doi.org/10.52428/20758944.v20i56.1210>

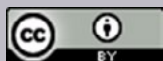
Revisado: 29/01/2024

Aceptado: 14/05/2024

Publicado: 30/06/2024

Declaración: Derechos de autor 2024 Sierra Martínez, N., & Angulo, N., Esta obra está bajo una licencia internacional [Creative Commons Atribución 4.0](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/).

Los autores/as declaran no tener ningún conflicto de intereses en la publicación de este documento.



ABSTRACT

The Latin American and Caribbean region, with its rich biodiversity, faces the challenge of integrating Green Science into educational curricula and public policies, in a context marked by socioeconomic challenges and lack of resources. Despite growing awareness of the climate crisis, environmental education remains insufficient, limiting the formation of citizens committed to sustainability.

This article presents some challenges in the popularization of Green Science, including lack of curriculum integration, teacher training, unequal access to educational resources, political commitment, and cultural gaps. It is proposed that digital transformation, through fourth and fifth generation technologies, offers opportunities to overcome these barriers. Tools such as artificial intelligence, the Internet of Things and digital platforms can facilitate teacher training, democratize access to educational materials and promote citizen participation in the formulation of environmental policies.

It also emphasizes the importance of instilling environmental awareness from childhood, enabling new generations to become agents of change in their communities.

By integrating these approaches, we seek to empower communities to make informed decisions about conservation and sustainable development, promoting a more resilient future committed to protecting the planet.

Keywords: Green science. Sustainability. Citizen participation. Environment. Environmental awareness.

1. INTRODUCCIÓN

La región de Latinoamérica y el Caribe alberga una biodiversidad excepcional, que representa una oportunidad única para liderar esfuerzos de conservación y desarrollo sostenible. Sin embargo, esta riqueza natural contrasta con los desafíos socioambientales que enfrentan muchos de sus países. En algunos de los documentos de Globalización y Desarrollo publicados por la Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL) desde hace ya dos décadas se ha mostrado cómo el continente ha sido asediado por la explotación de los recursos naturales, por la exportación de los mismos y en especial por la entrada de inversión extranjera que solo ha servido para “acumular presiones que amenazan los procesos productivos y aumentan su vulnerabilidad ambiental” (CEPAL, 2002).

Veinte años después, el panorama cambia un poco de matices pero sigue preocupando a organizaciones como el Grupo de las Naciones Unidas para el Desarrollo Sostenible (UNSDG, por sus siglas en inglés), que en su estudio del año 2018 encuentra cifras y situaciones relacionadas con cambio climático, desarrollo sostenible, educación, economía, biodiversidad y otros de vital importancia para el devenir de los pueblos latinoamericanos y caribeños que los conduce a publicar el documento *Desafíos y Estrategias para el Desarrollo Sostenible en América Latina y el Caribe* como resultado de la reunión realizada en Panamá (UNSDG - Grupo de las Naciones Unidas para el Desarrollo Sostenible, 2018).

En el apartado referente a las Esferas y Ejes Estratégicos de Política Pública, el documento resume la dirección estratégica de la respuesta del UNSDG ante los

desafíos y propuestas identificados en América Latina y el Caribe para “apoyar la articulación de las políticas públicas que mejor conduzcan a una implementación eficiente y efectiva de la Agenda 2030”, siendo un eje fuerte de este compromiso la calidad, la equidad y la inclusión como premisas para la educación del siglo XXI, la protección de los recursos naturales, la investigación aplicada para el desarrollo de economías verdes e innovadoras, entre otros. (UNSDG - Grupo de las Naciones Unidas para el Desarrollo Sostenible, 2018).

Con respecto al compromiso de la investigación aplicada para el desarrollo de economías verdes e innovadoras, es preciso mencionar el término “Ciencia Verde” haciendo referencia a las ciencias aplicadas a la sostenibilidad, el medio ambiente y la conservación de los recursos naturales. Esta disciplina engloba una variedad de enfoques científicos y tecnológicos cuyo objetivo es mitigar el impacto ambiental de las actividades humanas. Se relaciona con áreas como la biotecnología verde, la ingeniería ambiental, las energías renovables y la agricultura.

El concepto de “Ciencia Verde” también está asociado con la creación de soluciones innovadoras que promueven un equilibrio entre el progreso humano y la preservación del planeta, a menudo utilizando conocimientos de biología, química, ingeniería y física. Varias definiciones de Ciencia Verde podemos encontrar y son relativas a los conceptos ya mencionados, por ejemplo, en (Isan, 2018), La ciencia verde es un enfoque científico y tecnológico que busca desarrollar soluciones sostenibles y respetuosas con el medio ambiente. Su objetivo es promover el desarrollo de tecnologías y prácticas que reduzcan el impacto negativo de la humanidad en el planeta y fomenten un futuro más limpio y verde.

A pesar de la creciente conciencia global sobre la crisis climática y la urgencia de implementar políticas de sostenibilidad, la integración de la Ciencia Verde en los currículos educativos y en las agendas políticas sigue siendo insuficiente. Esto dificulta el desarrollo de una ciudadanía informada y comprometida con la protección del medio ambiente.

En este contexto, la transformación digital emerge como una herramienta clave para superar estas barreras y fomentar la alfabetización científica en la región. Tecnologías emergentes como la inteligencia artificial (IA), el Internet de las Cosas (IoT) y la analítica de datos tienen el potencial de revolucionar la gestión ambiental, facilitar la educación en temas de sostenibilidad y empoderar a las comunidades para tomar decisiones informadas. Además, el fortalecimiento de la bioeconomía, el ecoturismo y la ciencia ciudadana ofrece caminos viables para armonizar el desarrollo económico con la conservación de la biodiversidad, especialmente en áreas rurales y comunidades vulnerables.

Cabe mencionar dos aspectos muy importantes para aclarar los términos educación ambiental y educación para la sostenibilidad. De acuerdo con (UNESCO, 2019) la educación ambiental se centra en la conciencia y comprensión del medio ambiente, promoviendo la protección y conservación de los recursos naturales. Se enfoca en educar sobre los problemas ambientales y cómo los individuos pueden contribuir a su resolución.

Por otro lado, la educación para la sostenibilidad va más allá de la protección del medio ambiente. Incluye conceptos de desarrollo sostenible, como la equidad social, la economía y la sostenibilidad ambiental. Busca fomentar habilidades y

actitudes que permitan a las personas tomar decisiones informadas y responsables que beneficien tanto a la sociedad como al planeta.

Este artículo explora los desafíos y oportunidades para la popularización de la Ciencia Verde en Latinoamérica y el Caribe, destacando el papel de la tecnología, la educación y la participación comunitaria en la construcción de un futuro más sostenible. A partir de un análisis crítico, se proponen estrategias para fortalecer la educación ambiental y promover prácticas sostenibles que impulsen una transición hacia economías verdes y resilientes en la región.

2. DESARROLLO

Desafíos actuales en la educación y popularización de la Ciencia Verde.

2.1 Reto: Integración de la Ciencia Verde en los currículos.

Al revisar la publicación del año 2022 del trabajo realizado por la UNESCO (UNESCO, 2022) en el cual se propuso hacer una “revisión mundial de cómo los temas relacionados con el medio ambiente están integrados con la educación”; tanto los hallazgos como las recomendaciones finales, especialmente en el estudio del componente No. 1: “un análisis sistemático de planes del sector educativo y marcos curriculares nacionales”, vemos que presentan una continua preocupación por las deficiencias evidenciadas en la escasa preparación en temas ambientales que se está impartiendo en las escuelas, temas que como ya se ha mencionado están incluidas en los conceptos de Ciencia Verde.

Este hecho lleva a tratar como uno de los desafíos en la educación ambiental en América Latina y el Caribe a la integración de la Ciencia Verde en los currículos. La falta de un enfoque sistemático que abarque la sostenibilidad y las prácticas ecológicas dentro de la estructura educativa es mostrada en el libro (UNESCO, 2022), lo que dificulta la formación de ciudadanos conscientes y comprometidos con el medio ambiente. Los currículos revisados presentan limitaciones en cuanto a la inclusión de temática consideradas como Ciencia Verde, que puede ser debido a la rigidez institucional y/o la falta de capacitación docente en estas áreas emergentes. Esta situación limita el desarrollo de competencias ambientales necesarias para enfrentar los retos globales del cambio climático y la pérdida de biodiversidad en los estudiantes.

Un reto clave, especialmente en los países incluidos en el estudio de UNESCO, es alinear los objetivos de sostenibilidad y los programas educativos de la escuela. Según la UNESCO, es esencial transformar los currículos para que aborden de manera efectiva los problemas ambientales globales y locales, como el cambio climático y la pérdida de biodiversidad, integrando la educación para el desarrollo sostenible (UNESCO, 2024).

Para superar este reto, es necesario, entre otras actividades, desarrollar materiales educativos específicos, promover plataformas de aprendizaje accesibles y establecer colaboraciones internacionales, como lo sugiere el Programa GEM de la UNESCO, que fomenta alianzas para compartir buenas prácticas y recursos educativos en diferentes regiones del mundo (UNESCO, 2024).

Es preciso mencionar que desde el año 2015 McKenzie ya había publicado un libro en el cual se ofrece una visión sobre cómo integrar la sostenibilidad en la educación y los desafíos que enfrenta “Educating for Sustainability: Principles and Practices for Teachers” por Stephen B. McKenzie. (Nolet, V. 2015)

Algunas oportunidades de solución para este reto aplicando tecnologías son:

Desarrollo de materiales educativos modulares: Crear módulos educativos con temas de Ciencia Verde que sean fácilmente integrables en los currículos existentes a diferentes niveles educativos, desde primaria hasta educación superior. Estos módulos pueden incluir contenidos interactivos, como videos, simulaciones y actividades prácticas relacionadas con problemas ambientales locales y globales, tal como se discute en el artículo “cómo la educación puede enfrentar los desafíos del cambio climático, mencionando la necesidad de un currículo más inclusivo”: “The Role of Education in the Response to Climate Change”, y en el informe: “Education for Sustainable Development Goals: Learning Objectives” que aborda la discusión acerca de cómo los currículos deben adaptarse para incluir competencias en sostenibilidad, publicado por UNESCO en el año 2019.

Plataformas digitales de aprendizaje: Implementar plataformas digitales que permitan el acceso gratuito a recursos educativos sobre Ciencia Verde. Estas plataformas pueden incluir cursos en línea, guías para docentes y estudiantes y recursos multimedia que faciliten la enseñanza y el aprendizaje sobre sostenibilidad. En el documento “Barriers to Integrating Environmental Education in Teacher Education Programs”: se analizan las limitaciones en la formación docente respecto a temas de sostenibilidad, tema que es de gran importancia para fortalecer el rol del profesor como constructor de material y recursos educativos digitales, y en el documento “Role of quality education for sustainable development goals (SDGs)”, se destaca la importancia de capacitar a los docentes en temas ambientales (Nazar, R. *et al.*, 2018).

Colaboraciones internacionales: Fomentar asociaciones entre instituciones educativas, ONGs y organizaciones internacionales para compartir buenas prácticas y recursos educativos, asegurando una implementación efectiva y contextualizada en diferentes regiones (Hernández S. *et al.*, 2024).

Inteligencia Artificial (IA) para currículos personalizados: Utilizar algoritmos de IA para diseñar currículos personalizados que se adapten a las necesidades de cada estudiante. La IA puede analizar el rendimiento y los intereses de cada alumno para recomendar contenidos educativos específicos sobre sostenibilidad y Ciencia Verde.

Plataformas de E-learning basadas en IA: Implementar plataformas de e-learning que usen IA para proporcionar retroalimentación inmediata y recursos educativos adaptativos. Estas plataformas pueden incluir simulaciones interactivas y estudios de caso virtuales que ayuden a los estudiantes a comprender la importancia de la Ciencia Verde.

Realidad Aumentada (AR) y Realidad Virtual (VR): Utilizar tecnologías de AR y VR para crear experiencias inmersivas que permitan a los estudiantes explorar ecosistemas virtuales, comprender el impacto de la degradación ambiental y aprender sobre prácticas sostenibles de manera interactiva.

Un sistema de aprendizaje basado en IA podría recomendar módulos específicos sobre energías renovables a estudiantes interesados en ingeniería, mientras que a aquellos enfocados en biología les podría sugerir contenidos sobre conservación de especies.

2.2 Reto: Formación y capacitación de docentes.

A pesar de la creciente conciencia sobre la importancia de la sostenibilidad y la protección de la biodiversidad, muchos educadores aún carecen de las herramientas, conocimientos y enfoques pedagógicos necesarios para integrar estos temas en el aula de manera efectiva.

La falta de formación en temas ecológicos comprendidos en la Ciencia Verde puede resultar en una enseñanza superficial o desactualizada, lo que dificulta que los estudiantes comprendan la complejidad de los desafíos ambientales que enfrenta la región, como la deforestación, la pérdida de biodiversidad y el cambio climático, además, la escasez de recursos didácticos y la capacitación continua limitada agravan esta situación, impidiendo que los docentes se mantengan al día con los avances científicos y las prácticas sostenibles. Este tema es abordado por (Aggarwal, 2023) en cuyo artículo subraya que la educación ecológica es esencial para comprender los retos medioambientales, promover la concienciación, el cambio de comportamiento y una perspectiva sistémica, lo que permite a las personas comprender la complejidad de cuestiones como el cambio climático y el agotamiento de los recursos, vitales para proporcionar conocimientos específicos.

Para abordar este desafío, es importante desarrollar programas de formación robustos que no solo equipen a los docentes con el conocimiento técnico necesario, sino que también fomenten metodologías activas de enseñanza que involucren a los estudiantes en el aprendizaje práctico y la investigación. Asimismo, se deben promover redes de colaboración entre educadores y expertos en ciencia ambiental, facilitando el intercambio de experiencias y buenas prácticas.

Al fortalecer la formación docente en Ciencia Verde, se potenciará la capacidad de los educadores para inspirar a la próxima generación a valorar y proteger su entorno natural, convirtiendo a las aulas en espacios de innovación y conciencia ecológica

Algunas oportunidades de solución para este reto aplicando tecnologías son:

Inteligencia Artificial para análisis de necesidades formativas: Utilizar IA para analizar datos de desempeño y autoevaluaciones de docentes, identificando áreas donde se requiere más capacitación en temas de Ciencia Verde y sostenibilidad.

IoT para formación práctica a distancia: Emplear dispositivos IoT, como sensores ambientales y estaciones meteorológicas conectadas, para que los docentes puedan realizar prácticas a distancia, monitoreando en tiempo real variables ambientales desde cualquier parte del mundo.

Aprendizaje Automatizado (Machine Learning) para programas de capacitación adaptativos: Utilizar aprendizaje automatizado para desarrollar programas de capacitación adaptativos, que evolucionen según los avances científicos y tecnológicos en sostenibilidad y Ciencia Verde, manteniendo a los docentes actualizados con los últimos conocimientos y habilidades.

Una plataforma de capacitación en línea podría usar IA para recomendar cursos específicos sobre gestión de residuos y otros temas ambientales según las brechas de conocimiento detectadas en los docentes, ofreciendo recursos educativos personalizados y relevantes.

2.3 Reto: Acceso y distribución de recursos educativos.

A pesar de la existencia de materiales educativos valiosos sobre sostenibilidad y biodiversidad, su disponibilidad y distribución desigual limitan la capacidad de muchos docentes y estudiantes para aprovecharlos, lo cual se puede expresar como las barreras para la educación, tal como lo expresan (Shanthi K. *et al.*, 2024).

En muchas regiones, especialmente en áreas rurales y menos favorecidas, según lo explican (Jingxian Wang, Dineke E.H. Tigelaar, Wilfried A, 2019). las escuelas enfrentan barreras significativas para acceder a recursos didácticos actualizados, como libros, guías de enseñanza, herramientas tecnológicas y plataformas en línea. Esto no solo crea una brecha en el aprendizaje, sino que también impide que los educadores implementen enfoques innovadores en sus clases.

Además, la calidad de los recursos educativos puede variar considerablemente. Muchos materiales no están contextualizados para la realidad local, lo que dificulta su aplicación práctica y su relevancia para los estudiantes. La falta de capacitación sobre cómo utilizar estos recursos de manera efectiva también puede limitar su impacto.

Para superar este desafío, es esencial establecer redes de colaboración entre instituciones educativas, organizaciones no gubernamentales y gobiernos que faciliten el intercambio y la distribución equitativa de recursos. Además, es importante desarrollar materiales educativos que reflejen la diversidad ecológica y

cultural de la región, garantizando que sean accesibles y relevantes para todos los contextos, entre otras soluciones

Algunas oportunidades de solución para este reto aplicando tecnologías son:

IoT para la distribución inteligente de recursos (Becerra, L. Y. 2020): Implementar redes de IoT para gestionar y distribuir de manera eficiente los recursos educativos. Dispositivos IoT pueden monitorear la disponibilidad de materiales en diferentes regiones y facilitar la logística para enviar recursos físicos donde más se necesiten.

Blockchain para la gestión de recursos educativos: Utilizar blockchain para crear un sistema transparente de gestión y distribución de recursos educativos. Esto permite rastrear donaciones, gestionar inventarios y asegurar que los recursos lleguen a las comunidades más necesitadas de manera eficiente.

Análítica de datos para la identificación de necesidades educativas: Emplear analítica de datos para analizar patrones de uso y demanda de recursos educativos en diferentes regiones. Esto permite priorizar la distribución y desarrollo de contenidos en áreas con mayores carencias.

Un sistema IoT integrado con blockchain (Vanegas, W.J. *et al.*, 2022). puede monitorear y gestionar la distribución de kits educativos sobre Ciencia Verde en escuelas rurales, asegurando transparencia y eficiencia en la entrega.

2.4 Reto: Conciencia y compromiso político.

La conciencia y el compromiso político representan uno de los grandes desafíos para la promoción de la Ciencia Verde en Latinoamérica y el Caribe. A pesar de la creciente preocupación por los problemas ambientales, como el cambio climático y la pérdida de biodiversidad, muchas decisiones políticas aún no reflejan la urgencia de estas cuestiones.

Esto puede deberse a la falta de comprensión profunda sobre la interconexión entre la salud ambiental y el bienestar social y económico o a la limitada participación de la comunidad educativa y científica en la formulación de políticas ambientales. Además, el desinterés o la falta de información sobre la importancia de la sostenibilidad en los procesos de toma de decisiones pueden llevar a la priorización de intereses económicos a corto plazo sobre estrategias de conservación a largo plazo que podrán resultar muy eficaces.

Para abordar este desafío, es fundamental fomentar una mayor conciencia y educación política entre educadores, estudiantes y comunidades. Esto incluye capacitar a los actores educativos para que comprendan cómo influir en la política ambiental y cómo abogar por prácticas sostenibles. La creación de espacios de diálogo entre la comunidad educativa, los responsables políticos y la sociedad civil es esencial para generar un compromiso conjunto en torno a la Ciencia Verde.

Asimismo, promover la investigación que evidencie los beneficios de la conservación y la sostenibilidad puede ayudar a impulsar políticas más efectivas. Iniciativas que integren la ciencia y la política, como proyectos de ciencia ciudadana, pueden ser herramientas valiosas para empoderar a la comunidad y generar un impacto real en la formulación de políticas.

Algunas oportunidades de solución para este reto aplicando tecnologías son:

Análítica de datos para la evaluación de políticas: Utilizar analítica de datos para evaluar el impacto de políticas educativas y ambientales. Los datos recolectados a través de encuestas y análisis de comportamiento pueden ayudar a ajustar estrategias políticas y mejorar la implementación de programas educativos sobre Ciencia Verde.

IA para modelado predictivo: Implementar IA para modelar escenarios futuros basados en diferentes políticas ambientales. Estos modelos pueden ayudar a los responsables de políticas a entender los posibles resultados de sus decisiones y a comunicar mejor los beneficios de la educación en sostenibilidad.

Blockchain para la transparencia y la participación ciudadana: Usar blockchain para crear plataformas de votación y participación ciudadana en la formulación de políticas educativas y ambientales, garantizando transparencia y confianza en el proceso.

Un sistema de análisis predictivo basado en IA puede ayudar a modelar el impacto a largo plazo de integrar la educación ambiental en los currículos nacionales, mostrando a los políticos los beneficios de estas políticas en términos de reducción de emisiones de carbono y mejora de la biodiversidad.

2.5 Reto: Brechas culturales.

La diversidad cultural de la región, que incluye una rica variedad de cosmovisiones, tradiciones y prácticas, a menudo se encuentra en tensión con los enfoques científicos occidentales predominantes. Esta discrepancia puede dificultar la aceptación y la integración de conceptos de sostenibilidad y conservación en las comunidades.

Las diferencias en la percepción de la naturaleza, el medio ambiente y la biodiversidad pueden llevar a una falta de interés o resistencia hacia las iniciativas de Ciencia Verde (Mach, K., J., 2019).

Muchas comunidades indígenas y rurales, por ejemplo, poseen conocimientos ancestrales y prácticas sostenibles que no siempre son reconocidos o valorados por los modelos educativos formales. Esta desconexión puede generar desconfianza hacia las políticas ambientales y los esfuerzos de conservación, así como una subestimación de la importancia de la ciencia en la resolución de problemas locales (Kato, D.S. & Pedraza-J, Y. 2021).

Para abordar este desafío, es fundamental fomentar un diálogo intercultural que reconozca y valore el conocimiento tradicional y científico. Incluir a las comunidades en la co-creación de programas educativos y proyectos de investigación puede ayudar a construir puentes entre diferentes saberes y fortalecer el compromiso comunitario hacia la Ciencia Verde.

Además, resulta vital desarrollar materiales educativos que sean culturalmente relevantes y que reflejen las realidades y necesidades de las diversas comunidades de la región. Esto no solo facilitará el aprendizaje, sino que también promoverá una mayor identificación con los temas de sostenibilidad.

Al abordar las brechas culturales en la educación sobre Ciencia Verde, se puede fomentar un enfoque más inclusivo y participativo, que empodere a las comunidades

a tomar decisiones informadas sobre la conservación de su entorno, reconociendo al mismo tiempo la riqueza de su diversidad cultural.

Algunas oportunidades de solución para este reto aplicando tecnologías son:

IA para análisis de sentimientos y comprensión cultural: Usar IA para analizar textos, redes sociales y entrevistas, identificando percepciones y actitudes hacia el cambio climático y la sostenibilidad en diferentes comunidades. Esto puede ayudar a adaptar los mensajes y programas educativos para que sean culturalmente sensibles y efectivos.

Aplicaciones móviles bilingües e interculturales: Desarrollar aplicaciones móviles que ofrezcan contenidos educativos en varios idiomas y que incorporen conocimientos tradicionales junto con información científica. Estas aplicaciones pueden facilitar la educación ambiental en comunidades con diversidad cultural y lingüística.

Plataformas de diálogo virtual: Crear plataformas virtuales para el diálogo intercultural, donde se puedan compartir perspectivas y conocimientos tradicionales sobre sostenibilidad y prácticas ambientales. Estas plataformas pueden integrar IA para moderar discusiones y facilitar la traducción en tiempo real.

Una aplicación móvil bilingüe puede enseñar prácticas de conservación del agua en un contexto local, integrando conocimiento científico con tradiciones culturales sobre el manejo del agua. (Zambrano M. *et al.*, 2020; Almanza, G. A. H., 2021).

3. DISCUSIÓN

La popularización de temáticas de Ciencia Verde en América Latina y el Caribe es una estrategia fundamental para promover la sostenibilidad y la conciencia ambiental ciudadana a partir de los currículos. Sin embargo, esta tarea enfrenta múltiples desafíos que deben abordarse de manera integral, considerando también el papel transformador de las tecnologías de cuarta y quinta generación.

Cuando los educadores carecen de conocimientos específicos sobre sostenibilidad se limita su capacidad para enseñar estos conceptos de manera efectiva. Aquí es donde las tecnologías de cuarta generación, como las plataformas de aprendizaje en línea y los recursos educativos digitales, pueden jugar un papel fundamental. Estas herramientas permiten el acceso a cursos de formación continua, seminarios web y materiales modernos, facilitando la actualización constante de los educadores. Además, la inteligencia artificial (IA) puede personalizar la capacitación, adaptando el contenido a las necesidades individuales de los docentes.

Para facilitar el acceso y la distribución equitativa de recursos educativos para la enseñanza de la Ciencia Verde se hace importante la utilización de la tecnología. Las tecnologías de quinta generación, que incluyen soluciones de conectividad avanzada y redes 5G, ofrecen oportunidades sin precedentes para mejorar el acceso a materiales educativos, incluso en áreas remotas. Estas tecnologías permiten la transmisión de contenido multimedia de alta calidad y la implementación de plataformas interactivas que fomentan el aprendizaje activo.

La creación de redes colaborativas que utilicen estas tecnologías puede facilitar la distribución de recursos contextualizados, empoderando a las comunidades para involucrarse en la sostenibilidad.

Adicionalmente, las tecnologías de cuarta y quinta generación pueden ayudar a amplificar la voz de la comunidad educativa en la formulación de políticas ambientales. Por ejemplo, plataformas de participación ciudadana y aplicaciones móviles pueden facilitar la recolección de datos y opiniones de las comunidades, permitiendo que estas sean escuchadas en la toma de decisiones. Además, la analítica de datos puede proporcionar evidencia contundente sobre la importancia de la educación ambiental, apoyando la creación de políticas más efectivas.

Las brechas culturales son un desafío significativo al integrar la Ciencia Verde en los currículos. La diversidad cultural de la región puede beneficiarse de las tecnologías digitales, que permiten la creación de contenidos educativos inclusivos y accesibles en múltiples idiomas y formatos.

Además, las plataformas de aprendizaje en línea pueden facilitar el intercambio de conocimientos entre comunidades, integrando perspectivas locales y ancestrales con enfoques científicos contemporáneos. Esta interacción puede enriquecer el currículo y fomentar una mayor identificación y compromiso de los estudiantes con los temas de sostenibilidad.

4. CONCLUSIONES

La integración de la Ciencia Verde en los currículos educativos de Latinoamérica y el Caribe es un proceso complejo que requiere abordar múltiples desafíos de manera interconectada. La formación docente, el acceso a recursos, el compromiso político y el reconocimiento de la diversidad cultural son elementos fundamentales para crear un sistema educativo que fomente la conciencia y acción ambiental. Al enfrentar estos desafíos, no solo se puede fortalecer la educación sobre sostenibilidad, sino que también se logra empoderar a las nuevas generaciones para enfrentar los problemas ambientales de manera colaborativa.

Al integrar la Ciencia Verde en los currículos escolares para las etapas tempranas, tal como lo sugiere UNESCO, se promueve una relación positiva entre los niños y su entorno, empoderándolos para convertirse en agentes de cambio en sus comunidades. Educar a los más jóvenes sobre la importancia de cuidar el planeta no solo fomenta un sentido de responsabilidad, sino que también contribuye a la construcción de sociedades más resilientes y comprometidas con la sostenibilidad. Inculcar una conciencia ambiental desde la niñez es fundamental para garantizar un futuro sostenible. Los primeros años de vida son cruciales para el desarrollo de valores y actitudes hacia el cuidado del medio ambiente y la protección de la biodiversidad.

El uso adecuado de las tecnologías de cuarta y quinta generación es esencial para acercar a las comunidades al conocimiento de la Ciencia Verde. Estas herramientas digitales no solo facilitan el acceso a información relevante y actualizada, sino que también permiten la creación de espacios interactivos para el aprendizaje. A través de plataformas en línea y aplicaciones móviles, las comunidades pueden participar activamente en proyectos de conservación, compartir conocimientos locales y colaborar en iniciativas de sostenibilidad.

Al aprovechar el potencial de la tecnología, se pueden democratizar los conocimientos sobre la Ciencia Verde, empoderando a las comunidades para que tomen decisiones informadas y efectivas en la protección de su entorno.

5. REFERENCIAS

- Avelar, A.B.A., da Silva Oliveira, K.D. & Farina, M.C. (2023). The integration of the Sustainable Development Goals into curricula, research and partnerships in higher education. *Int Rev Educ* 69, 299–325. <https://doi.org/10.1007/s11159-023-10013-1>
- Nolet, V. (2015). *Educating for Sustainability: Principles and Practices for Teachers* (1st ed.). Routledge. <https://doi.org/10.4324/9781315867052>
- Sono Hernández, J., Neyra López, C., Rosas Lezama, R., & Lema Martínez, Y. (2024). Educación ciudadana para la sostenibilidad ambiental: recomendaciones de política en el marco del Proyecto Educativo Nacional al 2036. Quito: *Ministerio de Educación del Perú*. Recuperado de: <https://hdl.handle.net/20.500.12799/10354>
- UNESCO (2024). “Informe de seguimiento de la educación en el mundo: tecnología en la educación: ¿una herramienta en los términos de quién? Paris: UNESCO, 2024. <https://doi.org/10.54676/NEDS2300>.
- Nazar, R., Chaudhry, I. S., Ali, S., & Faheem, M. (2018). Role of Quality Education for Sustainable Development Goals (SDGS). *PEOPLE: International Journal of Social Sciences*, 4(2), 486-501. DOI: <https://doi.org/10.20319/pijss.2018.42.486501>
- Shanthi K., Prabha D, Sapna Y., Pallavi P. A., Surya R., Mohd S.A. (2024). Comprender las barreras a la educación ambiental en los países en desarrollo. Revista electrónica internacional de educación ambiental. Volume 14(1). <https://doi.org/10.52783/iejee.v14.102>
- Jingxian Wang, Dineke E.H. Tigelaar, Wilfried A, (2019). Connecting rural schools to quality education: Rural teachers’ use of digital educational resources, *Computers in Human Behavior*, Volume 101, 68-76, <https://doi.org/10.1016/j.chb.2019.07.009>
- Vanegas, Witt Jay, Rodelo M., Milys K., Soto M. J. (2022). *Amauta*. Blockchain, tecnología en la gestión educativa. Volume 20 (39). 99 – 109. ISSN-e 1794-5658
- Becerra, L. Y.(2020).Tecnologías de la información y las Comunicaciones en la era de la cuarta revolución industrial: Tendencias Tecnológicas y desafíos en la educación en Ingeniería. *Entre Ciencia e Ingeniería*, vol.14, (28), p.76-81. <https://doi.org/10.31908/19098367.2057>.
- Kato, Danilo Seithi & Pedraza-J, Y (2021). Educación ambiental desde culturas y territorios en conflictos socioambientales en América Latina. *Prax. Saber*. volume.12, (28), 1-8. <https://doi.org/10.19053/22160159.v12.n28.2021.12607>.
- Zambrano Medina, Melba R, Alvarez A. W.O., Najar S, O. (2020). Empleo de herramientas TIC como posibilidad didáctica para fortalecer la educación ambiental y el cuidado del medio ambiente. *Espacios*. Volume 41 (13).
- Almanza, G. A. H. (2021). Metodología TIC en la enseñanza de educación ambiental para el desarrollo sostenible. *Educación y Ciudad*, (40), 129-146. <https://doi.org/10.36737/01230425.n40.2021.2461>

CEPAL. (2002). Gran potencial para solucionar problemas ambientales. Recuperado de: <https://www.cepal.org/es/comunicados/gran-potencial-solucionar-problemas-ambientales>

UNSDG - Grupo de las Naciones Unidas para el Desarrollo Sostenible. (2018). Obtenido de Desafíos y Estrategias para el Desarrollo sostenible en América Latina y el Caribe. Recuperado de: <https://unsdg.un.org/sites/default/files/Desaf%C3%ADos-y-Estrategias-para-el-Desarrollo-sostenible-en-Am%C3%A9rica-Latina-y-el-Caribe.pdf>

Isan, A. (18 de Enero de 2018). *Ecología Verde*. Recuperado de: <https://www.ecologiaverde.com/que-es-la-quimica-verde-definicion-principios-y-ejemplos-360.html>

UNESCO. (2022). Aprender por el planeta: revisión mundial de cómo los temas relacionados con el medio ambiente están integrados en la educación. París: UNESCO. ISBN: 978-92-3-300174-9

Aggarwal, D. (2023). Green Education for a Sustainable Future. *Journal of environmental Impact and Management Policy*. vol 3 (4). 27 - 30. <https://doi.org/10.55529/jcimp.34.27.30>