

Tecnologías digitales para la integración de los principios de sostenibilidad en la Educación Superior

Neili Machado García^{1*}, Ángel Lloret², Rafael Muñoz Guillena², Alain Lamadrid Vallina³

¹ Universidad Agraria de La Habana. Carretera a Tapaste y Autopista Nacional, Mayabeque, Cuba. Correo electrónico: neili@unah.edu.cu

² Universidad de Alicante. Carretera de San Vicente del Raspeig, s/n, 03690, San Vicente del Raspeig, Alicante, España. Correo electrónico: lloret@ua.es

³ Ministerio de Educación Superior, Calle 23, Plaza de la Revolución, La Habana, Cuba. Correo electrónico: lamadrid@mes.gob.cu

*Autor para correspondencia: neili.machado@gmail.com

Resumen

La transformación digital en las Instituciones de Educación Superior (IES) es clave para impulsar prácticas sostenibles alineadas con los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS). Este estudio analiza cómo tecnologías innovadoras pueden mejorar la eficiencia operativa, fomentar la educación inclusiva y reducir el impacto ambiental. Basándose en la política cubana de transformación digital, identifica componentes esenciales como liderazgo institucional, infraestructura tecnológica y compromiso académico, destacando la necesidad de cultura de innovación, gobernanza transparente y capacitación. Utilizando un enfoque mixto de análisis bibliométrico y cualitativo, se propone un marco holístico que integra sostenibilidad y digitalización a través de soluciones como campus inteligentes y prácticas de TI ecológicas. Los hallazgos subrayan el rol crítico de las IES en la promoción de la innovación sostenible, formando futuras generaciones para enfrentar desafíos globales, y ofrecen una hoja de ruta práctica para avanzar hacia una educación superior resiliente y alineada con la Agenda 2030.

Palabras clave: transformación digital, sostenibilidad, tecnologías digitales innovadoras,

Temática: Transformación digital y educación 4.0

Introducción

Las Instituciones de Educación Superior (IES) operan en un contexto de constantes cambios impulsados por avances tecnológicos y la responsabilidad de fomentar el desarrollo sostenible (Drechsler et al., 2020). La transformación digital se presenta como un proceso clave para adaptar las prácticas tradicionales a las demandas contemporáneas, promoviendo la innovación y resolviendo desafíos organizacionales (Alenezi, 2021). Según la política de transformación digital cubana, este proceso constituye un cambio cultural que coloca al ciudadano como creador activo, maximizando el impacto positivo en calidad de vida, inclusión social y economía (Política para la Transformación Digital, 2024). Las IES desempeñan un rol crucial en la implementación de la Agenda 2030 de las Naciones Unidas al integrar principios de sostenibilidad en infraestructura, procesos de toma de decisiones y enfoques pedagógicos (Fuchs et al., 2020; Vallez et al., 2022). Este enfoque requiere un desarrollo holístico que abarque educación, investigación y extensión comunitaria (Trevisan et al., 2024), junto con competencias en pensamiento crítico, resolución de problemas y habilidades interculturales (Alenezi & Akour, 2023). El estudio analiza cómo la transformación digital puede fomentar prácticas sostenibles en las IES, destacando factores críticos como liderazgo institucional, infraestructura tecnológica y participación comunitaria. Al colocar al ciudadano en el centro, se busca garantizar avances inclusivos y equitativos, promoviendo educación de calidad alineada con los Objetivos de Desarrollo Sostenible (Abad-Segura et al., 2020). Este análisis proporciona una hoja de ruta para que las IES no solo mejoren su eficiencia y competitividad, sino que también contribuyan al desarrollo sostenible de manera integral.

Transformación digital y sostenibilidad en las Instituciones de Educación Superior

La transformación digital se ha consolidado como una prioridad clave para las instituciones educativas, especialmente en la educación superior (Alenezi, 2021). Este proceso, definido como un cambio impulsado por tecnologías digitales para mejorar el desempeño y la productividad (Hess et al., 2020), enfrenta múltiples desafíos, incluidos la resistencia al cambio, la falta de liderazgo, y modelos de negocio obsoletos (Maltese, 2018). Para superarlos, es crucial diseñar estrategias innovadoras que integren tecnologías digitales y principios de sostenibilidad. El modelo de madurez digital para universidades (MD4U) permite evaluar la integración de herramientas digitales en la infraestructura tecnológica y las prácticas pedagógicas (Claver et al., 2023; Fernández Martínez et al., 2019). Sin embargo, las IES suelen estar rezagadas en comparación con otros sectores. Desafíos estratégicos como la centralidad del estudiante, la ciencia abierta y la gobernanza son fundamentales para una universidad digital (Fernández Batanero et al., 2021). Alojail y Khan (2023) destacan la falta de investigaciones que combinen transformación digital y sostenibilidad, mientras que Trevisan et al. (2024) identifican tendencias como competencias sostenibles y campus inteligentes. El informe EU Digital Decade resalta el creciente reconocimiento social del papel de las tecnologías digitales para combatir el cambio climático y promover la sostenibilidad (European Union, 2024). Estos hallazgos subrayan la necesidad de enfoques integrales para que las IES implementen tecnologías digitales de manera sostenible, guiando a la comunidad académica en la consecución de los Objetivos de Desarrollo Sostenible.

Transformación digital sostenible en la Educación Superior

Este apartado presenta un enfoque integral que combina tecnologías digitales con principios de sostenibilidad, permitiendo a las Instituciones de Educación Superior (IES) optimizar la gestión de procesos, mejorar los resultados educativos y reducir su impacto ambiental. Este enfoque incluye la integración de prácticas digitales sostenibles con soluciones tecnológicas, alineándose con los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) para abordar desafíos globales y fomentar un futuro sostenible.

Componentes principales:

Cultura y cambio organizacional: La integración de tecnologías digitales transforma las operaciones, estrategias y propuestas de valor de las IES, promoviendo transparencia, eficiencia y responsabilidad institucional (Kraus et al., 2021). Las tecnologías permiten un seguimiento preciso de iniciativas sostenibles, garantizando la privacidad de los datos y fomentando la participación activa en prácticas sostenibles. Esto contribuye al **ODS 16 (Paz, justicia e instituciones sólidas)** mediante la mejora de la gobernanza y la rendición de cuentas. Indicadores clave: Adopción de tecnologías de transparencia y número de políticas de seguridad de datos implementadas.

Educación y formación digital: La transformación digital facilita la inclusión educativa mediante plataformas virtuales y bibliotecas digitales que eliminan barreras geográficas y económicas. Tecnologías adaptativas, como plataformas de aprendizaje personalizadas y elementos de gamificación, enriquecen el aprendizaje y crean conciencia sobre sostenibilidad, promoviendo el **ODS 4 (Educación de calidad)** y el **ODS 13 (Acción por el clima)**. Indicadores clave: Porcentaje de estudiantes con acceso equitativo a plataformas digitales, cursos en línea sobre sostenibilidad y número de iniciativas digitales que aumenten la conciencia climática.

Innovación tecnológica: Tecnologías como la inteligencia artificial y el Internet de las cosas (IoT) están revolucionando la educación y la gestión académica, fomentando metodologías innovadoras como el aprendizaje basado en proyectos y los campus inteligentes. Estas innovaciones respaldan el **ODS 9 (Industria, innovación e infraestructura)** y el **ODS 11 (Ciudades y comunidades sostenibles)** al

modernizar infraestructuras y reducir el consumo energético. Indicadores clave: Reducción en el consumo de energía gracias a sistemas automatizados y porcentaje de recursos educativos digitalizados.

Extensión y compromiso comunitario: Las tecnologías digitales fortalecen la interacción con comunidades locales y globales mediante eventos virtuales, análisis predictivos y la co-creación de soluciones sostenibles. Este componente impulsa el **ODS 17 (Alianzas para lograr los objetivos)** al fomentar la colaboración en proyectos de sostenibilidad. Indicadores clave: Tasa de participación en eventos digitales y número de proyectos colaborativos entre las IES y las comunidades.

Colaboración global y redes interdisciplinarias: Las herramientas digitales mejoran la comunicación y promueven la creación de alianzas internacionales, apoyando la innovación tecnológica y científica. Estas colaboraciones están alineadas con el **ODS 9** y el **ODS 17**, fortaleciendo la internacionalización de las universidades y la transferencia de conocimiento. Indicadores clave: Número de proyectos internacionales sostenibles y porcentaje de asociaciones creadas a través de plataformas digitales.

Inclusión y accesibilidad: Las herramientas adaptativas aseguran que estudiantes con diversas capacidades puedan acceder plenamente al proceso educativo. Este componente contribuye al **ODS 4** y al **ODS 16** al eliminar barreras físicas, económicas y sociales, creando un modelo educativo más equitativo. Indicadores clave: Porcentaje de estudiantes con acceso a herramientas de accesibilidad digital, aumento en la matrícula gracias a plataformas digitales y proporción de decisiones inclusivas.

Sostenibilidad ambiental: La digitalización reduce la dependencia de recursos físicos, como el papel, mientras que tecnologías sostenibles como servidores eficientes y sistemas inteligentes de gestión energética disminuyen emisiones de carbono. Estas iniciativas apoyan el **ODS 7 (Energía asequible y no contaminante)**, el **ODS 12 (Producción y consumo responsables)** y el **ODS 13**. Indicadores clave: Reducción en el consumo de papel, proporción de energía renovable utilizada y nivel de integración de principios de economía circular en las actividades institucionales.

La transformación digital en las IES no solo mejora su eficiencia operativa y académica, sino que también promueve prácticas sostenibles alineadas con los ODS. Al integrar tecnologías innovadoras y sostenibles, estas instituciones pueden liderar el cambio hacia un futuro inclusivo y respetuoso con el medio ambiente, educando a las nuevas generaciones en la importancia de la sostenibilidad y proporcionando un modelo ejemplar de innovación digital.

Resultados y discusión

Los resultados destacan la importancia de:

1. **Liderazgo estratégico:** Establecer objetivos claros alineados con la sostenibilidad.
2. **Infraestructura tecnológica:** Incorporar plataformas educativas virtuales y sistemas IoT.
3. **Capacitación:** Diseñar programas para mejorar la alfabetización digital.
4. **Cultura de innovación:** Fomentar la participación activa en iniciativas sostenibles.
5. **Evaluación continua:** Monitorear indicadores clave de desempeño.

Se propone un marco holístico que integra tecnologías digitales con prácticas sostenibles, reduciendo el impacto ambiental y optimizando recursos.

Conclusiones

La transformación digital sostenible ofrece a las IES herramientas para optimizar sus procesos, reducir su huella ecológica y educar a futuras generaciones en prácticas sostenibles. Este estudio aporta una metodología integral que alinea tecnologías avanzadas con los ODS, posicionando a las IES como líderes en el desarrollo sostenible.

Referencias bibliográficas

- Abad-Segura, E., González-Zamar, M.-D., Infante-Moro, J. C., & Ruipérez García, G. (2020). Sustainable Management of Digital Transformation in Higher Education: Global Research Trends. *Sustainability*, 12(5), Article 5. <https://doi.org/10.3390/su12052107>
- Alenezi, M. (2021). Deep Dive into Digital Transformation in Higher Education Institutions. *EDUCATION SCIENCES*, 11(12), 770. <https://doi.org/10.3390/educsci11120770>
- Alenezi, M., & Akour, M. (2023). Digital Transformation Blueprint in Higher Education: A Case Study of PSU. *Sustainability*, 15(10), Article 10. <https://doi.org/10.3390/su15108204>
- Claver, J., Molina-Carmona, R., Fernandez, A., & Llorens, F. (2023). *Digital maturity evolution of Spanish universities*.
- Drechsler, K., Gregory, R., Wagner, H.-T., & Tumbas, S. (2020). *At the Crossroads between Digital Innovation and Digital Transformation*. <https://doi.org/10.17705/1CAIS.044XX>
- Fernández Batanero, J., Román-Graván, P., Montenegro-Rueda, M., Meneses, E., & Fernández Cerero, J. (2021). Digital Teaching Competence in Higher Education: A Systematic Review. *Education Sciences*, 11. <https://doi.org/10.3390/educsci11110689>
- Fernández Martínez, A., Llorens Largo, F., & Molina-Carmona, R. (2019). *Modelo de madurez digital para universidades (MD4U)*. <http://rua.ua.es/dspace/handle/10045/99031>
- Fuchs, P., Raulino, C., Conceição, D., Neiva, S., Amorim, W. S. de, Soares, T. C., Andrade de Lima, M., Montenegro De Lima, C. R., Soares, J. C., & Andrade Guerra, J. B. S. O. de A. (2020). Promoting sustainable development in higher education institutions: The use of the balanced scorecard as a strategic management system in support of green marketing. *International Journal of Sustainability in Higher Education*, 21(7), 1477–1505. <https://doi.org/10.1108/IJSHE-02-2020-0079>
- Hess, T., Matt, C., Benlian, A., & Wiesböck, F. (2020). Options for Formulating a Digital Transformation Strategy. In *Strategic Information Management* (5th ed.). Routledge.
- Kraus, S., Jones, P., Kailer, N., Weinmann, A., Chaparro-Banegas, N., & Roig-Tierno, N. (2021). Digital Transformation: An Overview of the Current State of the Art of Research. *Sage Open*, 11(3), 21582440211047576. <https://doi.org/10.1177/21582440211047576>
- Maltese, V. (2018). Digital Transformation Challenges for Universities: Ensuring Information Consistency Across Digital Services. *Cataloging & Classification Quarterly*, 56(7), 592–606. <https://doi.org/10.1080/01639374.2018.1504847>
- Trevisan, L. V., Eustachio, J. H. P. P., Dias, B. G., Filho, W. L., & Pedrozo, E. Á. (2024). Digital transformation towards sustainability in higher education: State-of-the-art and future research insights. *Environment, Development and Sustainability*, 26(2), 2789–2810. <https://doi.org/10.1007/s10668-022-02874-7>
- Vallez, M., Lopezosa, C., & Pedraza-Jiménez, R. (2022). A study of the Web visibility of the SDGs and the 2030 Agenda on university websites. *International Journal of Sustainability in Higher Education*, 23(8), 41–59. <https://doi.org/10.1108/IJSHE-09-2021-0361>