

Investigación

Economía Circular y Reingeniería Sostenible: Aplicaciones Curriculares en la Formación de Ingenieros en la UNEXPO-VRB

Erika G. CASTILLO FERNÁNDEZ¹ y Nichol J. ALVARADO MENDOZA²

¹Ingeniera Metalúrgica, Universidad Nacional Politécnica Experimental Antonio José de Sucre. (UNEXPO), Maestrante del Programa de Maestría en Educación Superior en la Universidad Pedagógica Experimental Libertador, Instituto Pedagógico Barquisimeto (UPEL-IPB). Docente, Instructor, Departamento de Ingeniería Metalúrgica, UNEXPO. Barquisimeto Venezuela. E-mail: egcastillo@unexpo.edu.ve ORCID: <https://orcid.org/0009-0007-9371-8693>

²Doctor en Educación Universidad Centroccidental Lisandro Alvarado-Universidad Nacional Politécnica Experimental Antonio José de Sucre-Universidad Pedagógica Experimental Libertador, Instituto Pedagógico Barquisimeto (UCLA-UNEXPO-UPEL-IPB), Posdoctor en Hermenéutica y la Interpretación Científica Universidad Nacional Experimental del Yaracuy (UNEY); Magíster en Currículo UPEL-IPB, Profesor, Asociado adscrito al Departamento de Formación Docente UPEL-IPB, Coordinador de la Maestría en Educación Superior UPEL-IPB. Barquisimeto, Venezuela Email: nichol.alvarado.ipb@upel.edu.ve ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1453-712X>

RESUMEN

La economía circular se ha consolidado como un enfoque curricular clave para la sostenibilidad, al promover la optimización de recursos y la reducción de residuos en la formación de ingenieros. En el contexto universitario venezolano, la aplicación de estrategias de reingeniería sostenible permite transformar procesos educativos y administrativos hacia modelos más eficientes, éticos y responsables con el medio ambiente, favoreciendo la reutilización de insumos y la gestión de prácticas pedagógicas alineadas con estándares de calidad y sostenibilidad. Se analiza las tendencias recientes (2020–2025) en economía circular y su huella en la formación de ingenieros en la Universidad Nacional Experimental Politécnica “Antonio José de Sucre” (UNEXPO), Vicerrectorado Barquisimeto (VRB), a partir de una revisión documental de seis artículos seleccionados por su pertinencia teórica, educativa y contextual. Desde un enfoque cualitativo, se desarrolló un proceso heurístico bajo el paradigma interpretativo y el método hermenéutico, orientado a comprender cómo dichas tendencias pueden contextualizarse en la educación superior venezolana. Se incluyeron en las fases del estudio, la recopilación de información, la comprensión crítica, la discusión teórica y la síntesis reflexiva. La técnica aplicada de integración teórica, en matrices para organizar los hallazgos y revelar aportes significativos. Los artículos analizados provienen de América Latina, sin embargo, se incluye un referente europeo por su valor metodológico en la evaluación de proyectos académicos. Finalmente, se comprende que la economía circular y la reingeniería contribuyen al desarrollo de competencias profesionales clave, como el pensamiento crítico, el trabajo colaborativo, la anticipación sistémica y la resolución ética de problemas, potenciando la transformación curricular hacia modelos regenerativos, contextualizados y comprometidos con el ambiente, en aras de edificar un mañana más justo desde el diseño sostenible.

Palabras Clave: Currículo, educación superior, economía circular, reingeniería y sostenibilidad.

<http://doi.org/10.5281/zenodo.17978662>

JEL: A13, A22, I23, M11

Recibido: 14/07/25

Aprobado: 29/10/25

Como referenciar este artículo: Erika G. CASTILLO F. y Nichol J. ALVARADO M. (2025). Economía Circular y Reingeniería Sostenible: Aplicaciones Curriculares en la Formación de Ingenieros en la UNEXPO-VRB. Revista Gestión y Gerencia. Vol 19 (2). 73-102. <https://revistas.uclave.org/index.php/gyg>

Circular Economy and Sustainable Reengineering: Curricular Applications in Engineering Education at UNEXPO-VRB

ABSTRACT

The circular economy has become a key curricular approach to sustainability, promoting resource optimization and waste reduction in engineering education. In the Venezuelan university context, the application of sustainable reengineering strategies allows for the transformation of educational and administrative processes toward more efficient, ethical, and environmentally responsible models, favoring the reuse of resources and the management of pedagogical practices aligned with quality and sustainability standards. This article analyzes recent trends (2020–2025) in the circular economy and its impact on engineering education at the National Experimental Polytechnic University “Antonio José de Sucre” (UNEXPO), Barquisimeto Vice-Rectorate (VRB), based on a literature review of six articles selected for their theoretical, educational, and contextual relevance. From a qualitative perspective, a heuristic process was developed under the interpretive paradigm and the hermeneutic method, aimed at understanding how these trends can be contextualized within Venezuelan higher education. The study phases included: information gathering, critical understanding, theoretical discussion, and reflective synthesis. The theoretical integration technique using matrices was applied to organize the findings and reveal significant contributions. Although most of the analyzed articles originate from Latin America, a European reference is included due to its methodological value in the evaluation of academic projects. Finally, it is understood that the circular economy and reengineering contribute to the development of key professional competencies, such as critical thinking, collaborative work, systemic anticipation, and ethical problem-solving, fostering curricular transformation toward regenerative, contextualized models committed to the environment, in order to build a more just future through sustainable design.

Keywords: Curriculum, higher education, circular economy, reengineering, and sustainability.

Economia Circular e Reengenharia Sustentável: Aplicações Curriculares no Ensino de Engenharia na UNEXPO-VRB

RESUMO

A economia circular tornou-se uma abordagem curricular fundamental para a sustentabilidade, promovendo a otimização de recursos e a redução de resíduos no ensino de engenharia. No contexto universitário venezuelano, a aplicação de estratégias de reengenharia sustentável permite a transformação de processos educacionais e administrativos em direção a modelos mais eficientes, éticos e ambientalmente responsáveis, favorecendo a reutilização de recursos e a gestão de práticas pedagógicas alinhadas a padrões de qualidade e sustentabilidade. Este artigo analisa as tendências recentes (2020–2025) da economia circular e seu impacto no ensino de engenharia na Universidade Politécnica Nacional Experimental “Antonio José de Sucre” (UNEXPO), Vice-Reitorado de Barquisimeto (VRB), com base em uma revisão bibliográfica de seis artigos selecionados por sua relevância teórica, educacional e contextual. De uma perspectiva qualitativa, desenvolveu-se um processo heurístico sob o paradigma interpretativo e o método hermenêutico, visando compreender como essas tendências podem ser contextualizadas no ensino superior venezuelano. As fases do estudo incluíram: coleta de informações, análise crítica, discussão teórica e síntese reflexiva. A técnica de integração teórica utilizando matrizes foi aplicada para organizar os resultados e revelar contribuições significativas. Embora a maioria dos artigos analisados seja originária da América Latina, uma referência europeia foi incluída devido ao seu valor metodológico na avaliação de projetos acadêmicos. Por fim, compreende-se que a economia circular e a reengenharia contribuem para o desenvolvimento de competências profissionais essenciais, como pensamento crítico, trabalho colaborativo, antecipação sistêmica e resolução ética de problemas, fomentando a transformação curricular rumo a modelos regenerativos e contextualizados, comprometidos com o meio ambiente, a fim de construir um futuro mais justo por meio do design sustentável.

Palavras-chave: Currículo, ensino superior, economia circular, reengenharia e sustentabilidade.

Introducción

La economía circular se presenta como una alternativa viable frente al modelo lineal de producción y consumo, al proponer una lógica regenerativa que transforma la relación entre recursos, procesos y residuos. Este enfoque se caracteriza por la extracción estratégica de materiales, su uso consciente y su descarte responsable, con el propósito de fomentar la reutilización, el reciclaje y la regeneración, consideradas tradicionalmente como las *3R fundamentales* (Kirchherr, Reike & Hekkert, 2017, p. 223). Estas tres prácticas se asumen en esta investigación como ejes éticos y operativos fundamentales, dada su pertinencia en el contexto universitario venezolano, donde la circularidad se manifiesta de forma espontánea en iniciativas comunitarias, vínculos simbólicos y estrategias de subsistencia institucional. Si bien existen modelos extendidos como el de las *9R*, que jerarquizan estrategias desde rechazar hasta reciclar (Kirchherr et al., 2017, p. 224), esta investigación prioriza aquellas que emergen desde la práctica situada y la experiencia cotidiana del campus UNEXPO-VRB. La elección responde a una lectura crítica del fenómeno, pues se significa en la escasez de materia prima como potencia creativa para habilitar procesos de rediseño, prolongación del ciclo de vida de los productos y la resignificación de los espacios universitarios.

Desde esta perspectiva, la economía circular no se comprime a una técnica empresarial, en cambio, se configura como un pensamiento estratégico, crítico y sostenible, capaz de cerrar los ciclos de materiales en un mundo profundamente afectado por la crisis ambiental. En este escenario dinámico, empresarial, industrial y tecnológico; la educación superior se enfrenta al desafío de transformarse hacia modelos más eficientes, éticos y regenerativos. Por ende, la economía circular representa una oportunidad para reconfigurar la formación en ingeniería, promoviéndose competencias clave para la sostenibilidad a fin de que los futuros profesionales construyan un mañana más justo, resiliente y comprometido con la vida.

De acuerdo con las Naciones Unidas (2015, p.1) la economía circular es “un modelo de producción y consumo que implica compartir, alquilar, reutilizar, reparar, renovar y reciclar materiales y productos existentes todas las veces que sea posible”. Este modelo busca maximizar y optimizar el ciclo vida de los materiales para reducir el desperdicio y contribuir con el cuidado de los recursos no renovables para este presente; sin comprometer el futuro de las nuevas generaciones de ciudadanos y ciudadanas. Por ende, en lugar de seguir un sistema tradicional lineal, desde el cual los productos se fabrican, utilizan y se desechan, persigue: (a) *compartir y alquilar*,

implica que los productos pueden ser utilizados por múltiples personas o empresas lo cual optimiza los recursos; (b) *reutilizar y reparar*, evoca que antes de desechar un producto, se promueva su uso extendido mediante reparaciones y adaptaciones, evitándose el consumo excesivo de nuevos materiales; (c) *renovar y reciclar*, entrama un quehacer donde los productos pueden desestructurarse en partes para ser transformados y generar nuevos usos, en lugar de convertirse en residuos; y (d) *valor añadido*, que consiste en prolongar la vida útil de los productos desde la innovación en los procesos, creándose nuevas oportunidades económicas y ambientales para toda la ciudadanía.

Desde esta mirada, la economía circular es una estrategia clave para reducir el impacto ambiental y fomentar una gestión eficiente de los recursos. Por ende, en el contexto industrial y educativo superior, su implementación permite que los futuros profesionales utilicen materiales de manera responsable y con conciencia ecológica, en aras de tomar decisiones económicas que contribuyan pertinente y estratégicamente a la sostenibilidad. Ante este desafío, se lee críticamente la propuesta de la Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (UNESCO), en articulación con la Agenda 2030 y el Acuerdo de París (Naciones Unidas, 2015), desde la cual se delimitó 17 Objetivos para el Desarrollo Sostenible (ODS), se comprende que la universidades deben adoptar las estrategias de economía circular gestionándose un quehacer educativo desde la investigación, la innovación y la formación de profesionales comprometidos con la sostenibilidad y el cuidado del medio ambiente.

En este sentido, la norma ISO 59004:2024 establece principios, vocabulario y orientaciones prácticas para facilitar la transición hacia una economía circular, alineando las acciones organizacionales con la Agenda 2030 de las Naciones Unidas (ISO, 2024). Por ende, en el ámbito de la formación en ingeniería, esta norma representa una oportunidad estratégica para reconfigurar los perfiles profesionales, integrándose competencias que trasciendan al paradigma lineal de: extraer-producir-desechar. Incorporar los principios en los planes de estudio permite formar ingenieros capaces de diseñar sistemas, productos y procesos regenerativos, que minimicen residuos, optimicen recursos y fomenten la resiliencia socioambiental. Esto implica una actualización que va desde lo técnico, hacia una transformación epistemológica, pues, la ingeniería debe dialogar con saberes ecológicos, sociales y económicos, promoviéndose una formación profesional con una visión sistémica e interdependiente del desarrollo.

En el ámbito universitario, la implementación de estrategias de economía circular se articula con la reingeniería sostenible, lo cual representa una oportunidad para optimizar el uso de recursos, reducir el impacto ambiental y fomentar una cultura de sostenibilidad, desde estudiantes y docentes hasta el personal obrero y administrativo que conforman la comunidad universitaria en general participen activamente. Como afirma Alvarado, “las universidades, como centros de generación de conocimiento, tienen la responsabilidad de liderar la transición hacia modelos más sostenibles para garantizar un desarrollo humanístico, tecnológico, científico y económico orgánico por el bien de toda la nación” (Alvarado, 2024, p.43). Por consiguiente, al integrar la economía circular en sus procesos administrativos, curriculares, académicos y de investigación mejoran la eficiencia operativa, fortalecen la formación de profesionales con una visión crítica y comprometida con el desarrollo sostenible.

Cabe destacar que, durante las etapas de transformación de materiales en prácticas tecnológicas y experimentales en la formación de los ingenieros, se generan mermas y desperdicios que impactan significativamente al medio ambiente. Se produce un cúmulo importante de residuos que, si bien están previstos como parte natural del proceso de transformación, deben ser gestionados desde una perspectiva circular que favorezca la optimización de recursos y la reducción del impacto ambiental. Por tales razones, las universidades deben plantear estrategias que optimicen el uso de materiales, fomentándose su reutilización de forma recursiva, en coherencia con el enfoque propuesto por la UNESCO para una educación transformadora orientada al desarrollo sostenible (UNESCO, 2025).

Desde esta lectura, la economía circular fortalece la responsabilidad social de la universidad con el planeta, por ello, hoy se asume como enfoque curricular en la formación de los ingenieros, al ser un modo de desarrollar y gestionar prácticas pedagógicas coherentes con las políticas educativas mundiales y los principios establecidos por la norma ISO 59004:2024, que promueve la transición hacia modelos productivos sostenibles y resilientes (ISO, 2024). Por consiguiente, la economía circular se consolida como un pilar fundamental para la sostenibilidad global, y su integración en la educación superior es clave para formar profesionales con una visión responsable y comprometida con el planeta, ya que, las universidades, como centros de conocimiento e innovación, tienen la responsabilidad social de liderar esta transición hacia modelos más eficientes y regenerativos.

En suma, los ODS y la ISO 59004:2024 demandan formar ingenieros en clave de economía circular, lo cual, requiere de las universidades gestionar nuevas iniciativas en la formación del talento humano para la empresa desde una mirada consciente en el uso, reutilización y reciclaje de materiales, maquinarias, materias primas en virtud de reducir el impacto ambiental y mantener un ambiente sano, limpio y más fresco en el que podamos crear finalmente un hábitat adecuado para las generaciones actuales y futuras. Es un quehacer educativo que demanda el desarrollo y gestión de enfoques pedagógicos-curriculares críticos, colaborativos y orientados a la transformación. Esta integración fortalece el compromiso de la educación superior con los ODS y posiciona a la ingeniería como un campo clave para reimaginar el futuro desde la regeneración y la equidad.

Por estas razones, emerge la economía circular como un enfoque curricular centrado en la promoción y el desarrollo de competencias claves para la sostenibilidad en los ingenieros desde una integración de habilidades: la Mente, las Manos y el Corazón (UNESCO, 2021). Por consiguiente, la formación ha de estar centrada en la optimización del uso de los recursos naturales y las materias primas, para gestionar, desde el pensamiento sistémico y crítico, una realidad ecológica donde todos se empoderen a propósito de adoptar medidas responsables en favor de la integridad del ambiente y la viabilidad económica. Así, la educación superior debe promover el desarrollo sostenible desde un quehacer gerencial para centrar sus acciones en la colaboración, lo normativo, la autoconsciencia y la resolución de problemas.

De acuerdo con Alvarado (ob.cit), gestionar el quehacer gerencial en las universidades implica un proceso de liderazgo compartido entre docentes y demás actores educativos, orientado a “articular pertinentemente las demandas societales, los objetivos educativos, los propósitos formativos y las funciones administrativas”. Esta perspectiva reconoce que el docente universitario, en su rol de mediador de la construcción del conocimiento, trasciende la mera transmisión de contenidos para asumir una función estratégica en la planificación y gestión de procesos educativos. Desde esta mirada, cada asignatura se convierte en un espacio de articulación entre saberes disciplinares, contextos sociales y propósitos formativos, donde el docente actúa como agente ético y reflexivo que garantiza la coherencia entre las prácticas académicas y las necesidades del entorno. Esta acción pedagógica, situada y comprometida, promueve un acto formativo auténtico que contribuye a la consolidación de la calidad educativa, el desarrollo social y el cuidado del medio ambiente, en consonancia con una conciencia crítica orientada al bien común. En este sentido, el quehacer gerencial del docente universitario puede potenciarse a

través de la economía circular y la reingeniería, integrándose modelos de gestión sostenibles centrados en transformación de la educación y el fortalecimiento del impacto social y ambiental de las universidades.

En este marco, la Universidad Nacional Experimental Politécnica Antonio José de Sucre (UNEXPO) ubicada en la ciudad de Barquisimeto, Venezuela; por su perfil tecnológico y su orientación hacia la formación de ingenieros en áreas tales como: química, metalmecánica, metalúrgica, electrónica, eléctrica e industrial, ofrece un lenguaje común y criterios de implementación que pueden ser utilizados para evaluar y gestionar el impacto circular recreándose soluciones innovadoras que fomenten una cultura de mejora continua, trazabilidad y responsabilidad ética. Así, este campus universitario representa un espacio idóneo para la aplicación de principios de economía circular, su infraestructura experimental, especialmente los laboratorios universitarios, permite simular procesos industriales en los que se generan mermas, residuos y subproductos que, si son gestionados desde una lógica circular, pueden convertirse en insumos reutilizables, recursos didácticos o evidencias de aprendizaje sostenible.

Ante estas inquietudes investigativas, este estudio explora las tendencias recientes en economía circular aplicadas a la educación superior, con énfasis en el contexto institucional de la UNEXPO VRB. Se analizan en matrices fuentes secundarias entre los años 2020 y 2025 las cuales se tamizan con aportes de fuentes clásicas para integrar el avance en la episteme y comprender su evolución, perspectivas futuras y huella en la formación del profesional de la ingeniería. La investigación se inserta en la Línea de Innovaciones Curriculares en y para el Desarrollo Curricular, aportándose reflexiones teórico-prácticas sobre la economía circular como enfoque curricular estratégico.

En este contexto, se propone una reflexión situada sobre las posibilidades de transformación curricular en la educación superior venezolana, tomando como referencia la economía circular y la reingeniería sostenible como enfoques articuladores. Para ello, el estudio se apoya en normativas internacionales como las ISO, así como en referentes globales de política educativa y sostenibilidad, tales como los documentos de la UNESCO y los ODS. A ello se suma literatura académica especializada y estudios empíricos recientes, seleccionados por su pertinencia teórica, educativa y contextual. Esta diversidad de fuentes permite construir una interpretación crítica y holística sobre las tendencias curriculares emergentes y sus implicaciones en la formación de ingenieros comprometidos con la sostenibilidad.

Metodología

La presente investigación se fundamenta en el paradigma interpretativo, orientado a proyectar la implementación de un modelo de economía circular en la UNEXPO VRB, desde una lectura crítica, reflexiva y situada de experiencias previas en educación superior. En ese sentido, los objetivos del estudio son: (a) Interpretar las tendencias recientes en economía circular y su huella en la formación de ingenieros en la Universidad Nacional Experimental Politécnica “Antonio José de Sucre”, vicerrectorado Barquisimeto. (b) Comprender las tendencias recientes en economía circular aplicables a la formación de ingenieros en la UNEXPO VRB. (c) Describir el potencial de adaptación de los laboratorios universitarios como espacios para la aplicación de la economía circular en la formación por competencias.

El estudio utiliza el análisis documental como espejo anticipatorio para comprender las huellas, tensiones y posibilidades que otros contextos universitarios han revelado. Desde un enfoque cualitativo, se realizó una revisión de fuentes inicialmente de 40 artículos académicos publicados entre 2020 y 2025, priorizando estudios sobre economía circular en el ámbito universitario. La búsqueda se llevó a cabo en plataformas académicas como Google Académico, SciELO y Redalyc, seleccionando textos considerados como fuentes secundarias con alto valor interpretativo por su pertinencia teórica, educativa y contextual.

Tras la lectura hermenéutica, solo 6 artículos fueron seleccionados para análisis interpretativo, por su aporte directo al fenómeno investigado. Estos textos aparecen desarrollados en los cuadros analíticos del documento y constituyen el núcleo reflexivo de la investigación. Los 34 documentos restantes fueron descartados del análisis, al no ofrecer elementos sustantivos para la comprensión situada del caso UNEXPO VRB. Las 41 referencias incluidas en el artículo corresponden exclusivamente a los textos citados en el cuerpo del trabajo. De ellas, 35 funcionan como sustento teórico y conceptual, abordándose temas articuladores como currículo, sostenibilidad, educación superior, normativas internacionales (ISO), y marcos globales como UNESCO y los ODS. Estas fuentes no fueron parte del corpus analizado, pero enriquecen la construcción argumentativa y contextual del modelo propuesto.

Si bien la mayoría de los artículos seleccionados provienen de contextos latinoamericanos, se incluye un estudio de origen europeo (Asua, 2021), cuya propuesta metodológica de evaluación de proyectos académicos en economía circular resulta transferible y pertinente para enriquecer la interpretación situada en

el contexto universitario venezolano. Desde esta perspectiva, se comprende la revisión documental como un proceso reflexivo que permite construir una cartografía de posibilidades para la UNEXPO VRB. La economía circular se proyecta aquí como horizonte ético y operativo, nutrido por experiencias contextualizadas y resignificado desde la precariedad creativa del campus. Esta visión epistemológica permite interpretar cómo se han implementado estrategias de sostenibilidad en la educación superior y cuáles han sido sus huellas en la formación de ingenieros, considerando el contexto latinoamericano y caribeño como prioridad.

Los criterios de inclusión fueron definidos en función de: a) la pertinencia social del estudio en relación con los desafíos ambientales y educativos actuales; b) la contribución educativa al desarrollo de competencias profesionales en ingeniería; y c) la aplicación explícita de tendencias recientes en economía circular en contextos universitarios. Estos criterios permitieron identificar patrones, categorías emergentes y relaciones significativas que contribuyen a la construcción de un conocimiento contextualizado sobre la sostenibilidad en la educación superior.

Se despliega el estudio desde el método hermenéutico, ya que, según Martínez (1996) facilita la “interpretación profunda de los textos académicos y normativas” (p.67) en esta investigación, son aquellos relacionados con la economía circular en universidades. Desde el quehacer hermenéutico se contribuye al desarrollo social para configurar significados desde un análisis crítico y reconocer tendencias en los estudios revisados con miras a orientarlos hacia una comprensión más amplia y generar nuevos saberes pedagógicos en pro de la calidad educativa. Este método también posibilita la discusión teórica y práctica de tendencias para identificar buenas prácticas en instituciones educativas y dibujar los caminos hacia un futuro sostenible.

Así, el diseño metodológico se centró en: (a) *la recopilación de información*, se realizó mediante la selección de fuentes secundarias relevantes, garantizándose la validez y actualidad de los hallazgos; (b) *la comprensión de la información*, se desarrolló bajo la técnica de la categorización teórica para extraer su pertinencia social, la contribución educativa y la tendencia emergente; (c) *la discusión teórica*, para describir y comparar los estudios analizados, por ello, se examinan los aportes de los estudios revisados, considerados fuentes secundarias relevantes, para establecer conexiones entre la economía circular y la educación superior, generándose una nueva construcción del conocimiento pedagógico que aporte a la evolución de modelos universitarios sostenibles; y (d) *la síntesis de hallazgos relevantes*, en aras de mostrar los resultados más relevantes del estudio y proyectar

las tendencias futuras que conlleven a proponer estrategias para fortalecer la formación de ingenieros bajo principios de sostenibilidad y responsabilidad ambiental.

Comprensión Teórica

En coherencia con el enfoque hermenéutico adoptado, y como parte del proceso de comprensión teórica, se incorporaron referentes clásicos que permiten interpretar las metodologías activas desde una perspectiva epistemológica y pedagógica situada para la adopción de estrategias de economía circular. Aunque estos autores no forman parte del corpus documental analizado (2020–2025), sus aportes siguen vigentes como fundamentos interpretativos que enriquecen la lectura crítica de las tendencias recientes en economía circular aplicadas a la formación en ingeniería.

En primer lugar, Jean Piaget (1970) sostiene que el conocimiento se construye activamente a través de la interacción del sujeto con su entorno. Este planteamiento resulta clave para comprender cómo los estudiantes de ingeniería pueden desarrollar competencias sostenibles mediante experiencias prácticas, manipulativas y contextualizadas. Así, el rediseño curricular en clave circular debe considerar entornos de aprendizaje que estimulen la exploración y la resolución de problemas reales.

Lev Vygotsky (1978) introduce el concepto de zona de desarrollo próximo, destacándose la mediación social y el aprendizaje colaborativo como ejes del desarrollo cognitivo. Desde esta perspectiva, se interpreta que los procesos formativos en economía circular deben promover la co-construcción de soluciones, el trabajo interdisciplinario y la integración de saberes diversos para abordar desafíos ambientales desde una lógica comunitaria.

David Ausubel (1968) plantea que el aprendizaje significativo ocurre cuando los nuevos conocimientos se integran con estructuras previas, facilitándose una comprensión profunda. Este enfoque permite interpretar que los estudiantes pueden vincular sus saberes técnicos con principios de sostenibilidad, resignificando su formación profesional desde una lógica situada y estratégica.

John Dewey (1938) defiende el aprendizaje experiencial, en el cual la práctica y la resolución de problemas reales constituyen el núcleo del proceso educativo. En el marco de la economía circular, este planteamiento permite visualizar los laboratorios universitarios como espacios de simulación y rediseño de procesos productivos, donde se favorece la reutilización de materiales y la innovación sostenible.

Por su parte, Grundy (1988) concibe el currículo como una práctica social transformadora, en la que el conocimiento no se transmite, en cambio, se construye críticamente desde la experiencia y el contexto. Este enfoque resulta especialmente pertinente para interpretar que la economía circular implica tanto ajustes técnicos como una transformación ética, política y pedagógica del quehacer universitario, en la que docentes y estudiantes asuman un rol activo en la regeneración de los sistemas educativos y productivos.

En consecuencia, estos autores se utilizan como base hermenéutica para interpretar las tendencias recientes en economía circular desde una mirada pedagógica crítica, sin que ello implique contrastarlos directamente con los hallazgos empíricos. Su inclusión responde a la necesidad de construir una lectura profunda y situada del fenómeno educativo, reconociéndose la continuidad histórica de los enfoques activos y su vigencia en la formación profesional orientada a la sostenibilidad.

En síntesis, los aportes de Piaget, Vygotsky, Ausubel, Dewey y Grundy, permiten comprender que las metodologías activas no constituyen una moda pedagógica reciente, son una construcción histórica que hoy se toma auge y se resignifica ante los desafíos de la sostenibilidad. Desde esta base, se interpreta que las tendencias actuales en economía circular como la reutilización de materiales, la gestión colaborativa del conocimiento y el rediseño curricular implican una transformación profunda de la praxis educativa.

Por tanto, los hallazgos derivados de los seis artículos seleccionados serán leídos a la luz de estos referentes, no como una comparación directa, sino como una interpretación situada que permite identificar continuidades, rupturas y resignificaciones en la formación de ingenieros desde una pedagogía crítica, activa y comprometida con el bien común.

Resultados de la Interpretación

A partir de la revisión bibliométrica ya indicada se interpretan los avances en la implementación de la economía circular en universidades de América Latina y el Caribe, con el propósito de proyectar un modelo aplicable a la realidad institucional en estudio. Esta lectura situada más allá de describir prácticas ya consolidadas en Venezuela, se centra en comprender las huellas que dichas experiencias internacionales pueden dejar como horizonte pedagógico y operativo para la formación del profesional de la ingeniería en contextos de precariedad creativa.

Los estudios analizados revelan que la economía circular ha sido adoptada progresivamente en instituciones universitarias de la región, con enfoques innovadores en gestión de residuos, eficiencia energética y rediseño curricular. Se identifican tendencias emergentes que apuntan a una mayor integración de la sostenibilidad en la educación superior, tanto en la dimensión formativa como en la gestión institucional. Se destacan especialmente las iniciativas orientadas al reciclaje y la reutilización, que promueven el uso de tecnologías avanzadas para recuperar materiales complejos y transformarlos en insumos reutilizables. Estas prácticas responden a la crisis ambiental global y habilitan nuevas competencias profesionales vinculadas a la regeneración, la innovación y el pensamiento sistémico.

La interpretación de estos principios y tendencias se presenta en tablas analíticas, donde se destacan las investigaciones más relevantes y sus aportes sustantivos para la academia. Estos hallazgos permiten dibujar, desde una perspectiva pedagógica y situada, las bases para la implementación de un modelo de economía circular en la UNEXPO VRB, articulándose saberes técnicos, éticas del cuidado y estrategias de sostenibilidad institucional. Los cuales puede convertirse en un eje articulador clave para integrar y promover competencias alineadas con la sostenibilidad, la innovación y la reingeniería.

Se comprende entonces que ésta en la educación superior persigue la aplicación de principios como lo son: (a) reducir el consumo de materiales renovables y no renovables vírgenes; (b) promover la reutilización de recursos educativos; y (c) estructurar programas formativos en sostenibilidad. Como afirma Rodríguez y Ortiz (ob.cit), Tabla 1 la economía circular permite crear nuevos modelos de conformación para que los productos puedan ser reutilizados, sean de fácil ensamble y desensamble, para optimizarlos cambiándose sus elementos o componentes originales y no disponer por completo del producto o material. Desde sus aportes a la academia emerge la tendencia curricular: *Optimización de los recursos: reciclaje, reutilización y regeneración*.

Como enfoque de sostenibilidad busca que en las universidades se promuevan competencias en y para la vida (UNESCO, 2022), para reducir así el desperdicio y los impactos negativos en el medio ambiente. A diferencia del modelo lineal tradicional, que sigue el esquema de “extraer, producir, desechar” (p.4), éste se centra en reciclar, reutilizar y regenerar los materiales en insumos, lo cual contribuye socialmente:

- *Al cuidado ambiental*, implica, reducir el consumo de recursos naturales y la generación de residuos, pues, la economía circular contribuye a mitigar el cambio climático y la degradación ecológica.
- *Generar un impacto social*, ya que, fomenta la generación de empleo en sectores relacionados con el reciclaje y la reutilización, además de promover modelos de consumo responsables.
- *Otorgar un valor económico novedoso*, que permite a las empresas y comunidades optimizar costos al prolongar la vida útil de los materiales, reduciéndose la dependencia de recursos finitos.

Tabla 1. Comprensión de la Unidad Hermenéutica: Economía Circular.

Investigación	Aportes sustantivos	Comprensión Holística de la Unidad Hermenéutica
Rodríguez y Ortiz (2021). Una visión de sostenibilidad ambiental universitaria con miras a la conformación de una red de economía circular.	<ul style="list-style-type: none"> - Es un proceso que favorece la optimización, el intercambio, el reciclaje, la reutilización, la recuperación de residuos, así como la regeneración de materiales, agua y energía, teniendo como resultado beneficios ambientales, sociales y económicos. (p.50) - Es un enfoque de la sostenibilidad ambiental que contribuye al desarrollo humano integral y sustentable a través de mecanismos de sensibilización, tales como iniciativas, proyectos y actividades que conlleven la adopción de hábitos responsables por parte de la comunidad educativa, que favorezcan las prácticas ambientales internas y externas, para aportar así a la preservación del ambiente. (p.51) 	<p>Pertinencia social: busca reducir el desperdicio y los impactos negativos en el medio ambiente.</p> <p>Contribución Educativa: Apuesta por un ciclo continuo de formación para que los profesionales de la ingeniería optimicen los materiales y recursos en aras de mantener su utilidad el mayor tiempo posible.</p> <p>Tendencia curricular emergente: Optimización de los recursos: reciclaje, reutilización y regeneración.</p>
Asua (2021). Economía Circular: Diseño de una metodología y herramienta de evaluación de proyectos académicos.	<ul style="list-style-type: none"> - Es el modelo que plantea repensar y redefinir las necesidades actuales y cómo satisfacerlas bajo cuatro principios básicos: reflexión, prolongación, optimización y cerrar los ciclos. (p.21) - Como enfoque de sostenibilidad requiere el control y monitoreo para medir el efecto medioambiental para la toma de decisiones estratégicas y tácticas. (p.22) - Analiza el ciclo de vida de los materiales, para evaluar todos los impactos y beneficios ambientales, sociales y económicos de productos a lo largo de todo su ciclo de vida. (p.23) 	<p>Pertinencia social: es un modelo que busca sensibilizar a la ciudadanía para repensar las necesidades actuales y cómo satisfacerlas con responsabilidad hacia sí y el ambiente.</p> <p>Contribución educativa: la circularidad de la evaluación de los materiales favorece competencias en ciclo de vida del producto y servicio generado.</p> <p>Tendencia curricular emergente: Principios en el uso de los materiales y su ciclo de vida en el proceso industrial.</p>
Maza (2023). Acercamiento epistemológico de la economía	<ul style="list-style-type: none"> - Surge como una tendencia sostenible, que se refiere a la satisfacción de las necesidades sin comprometer el consumo futuro de la población. (p.1). 	<p>Pertinencia Social: la economía circular promueve la innovación industrial desde la transformación y el consumo sostenible</p>

circular desde la complejidad.	<p>- Se refiere al remplazo del círculo tradicional de fabricación y sus procesos, por ende, se vincula con acciones de: gestión de cambios, innovación y metamorfosis. (p.5).</p> <p>- Favorece la innovación desde facilitar la comprensión e interpretación de los hitos de esta realidad en donde el tiempo se agota, para ello se necesita un líder multigeneracional, con capacidad operativa y transformadora. (p.14)</p>	<p>Contribución educativa: promueve en el profesional de ingeniería el liderazgo multigeneracional para afrontar con consciencia transformadora la gestión del cambio en las empresas.</p> <p>Tendencia curricular emergente: Liderazgo multigeneracional en los procesos de innovación y transformación de los insumos.</p>
--------------------------------	--	--

Fuente Elaboración propia (2025).

Por su parte, los aportes de Asua (ob.cit.) sobre economía circular representan un enfoque estructurado que redefine el consumo y la producción de recursos, ampliándose, la tendencia curricular de sostenibilidad hacia los: *Principios en el uso de los materiales y su ciclo de vida en el proceso industrial*. Los cuatro principios propuestos son claves en la formación profesional de las y los ingenieros en la UNEXPO VRB y reflejan una visión de sostenibilidad que fortalece su implementación en el desarrollo curricular del campus universitario:

Principio de reflexión: implica un replanteamiento profundo sobre cómo generar valor de manera eficiente y resiliente. Por ende, en educación superior, este principio puede aplicarse al diseño de programas que prioricen metodologías activas para mejorar el aprendizaje sin depender de recursos excesivos. Así, en el proceso formativo de los futuros profesionales de ingeniería se traduce en soluciones técnicas que minimicen el impacto ambiental y el desarrollo de enfoques innovadores para el diseño de productos y sistemas con menor consumo energético y mayor eficiencia.

Principio de prolongación de la vida útil: se relaciona con extender la utilidad de los productos, lo que en un contexto educativo superior podría traducirse en el desarrollo de materiales didácticos duraderos, prácticas de laboratorio con estrategias de enseñanza reutilizables y procesos formativos que fomenten el aprendizaje a largo plazo desde la reingeniería de materiales. Por ello, el proceso formativo se centra en incentivar el diseño de materiales y estructuras que tengan mayor durabilidad, fomentándose el mantenimiento y la reparación en lugar de la obsolescencia programada. En ingeniería industrial, mecánica y metalúrgica, este enfoque es clave para reducir residuos y optimizar costos.

Principio de optimización de los recursos: destaca la importancia de reducir el uso de recursos y los impactos ambientales, cabe destacar, que los procesos de

formación en ingeniería se enseña la gestión eficiente de materias primas y energía, esto implica, la incorporación de tecnologías de reciclaje y reutilización en procesos de manufactura, construcción y producción, lo cual asegura una menor dependencia de recursos naturales. Desde lo pedagógico-curricular esto podría significar la implementación de plataformas digitales, sumarse a diseñar simuladores, la reducción en el uso de materiales en la planificación curricular, la incorporación de prácticas que minimicen el desperdicio de energía y materiales en práctica de laboratorio.

Principio de cerrar el ciclo: enfatiza la conservación del valor de los materiales y residuos, en disciplinas como ingeniería química y metalúrgica, es esencial el desarrollo de sistemas que permitan la recuperación y reutilización de materiales. Acción que se ve reflejada en el diseño de procesos industriales con modelos de producción limpia, donde los residuos generados se integran nuevamente en el ciclo productivo, así en la formación de los profesionales de la ingeniería, esto podría traducirse en modelos de evaluación y adaptación curricular que permitan una retroalimentación constante, asegurándose que los contenidos sean actualizados, los recursos sean reutilizados y se transformen aprovechados al máximo en los procesos formativos.

Cabe resaltar que las contribuciones epistemológicas sobre economía circular de Maza (ob.cit), integran estas acciones y principios vinculándolos con el liderazgo multigeneracional y con la innovación industrial para crear y recrear los materiales residuales en nuevos insumos cristalizando un enfoque de sostenibilidad con impacto social. Se presenta como una tendencia sostenible que busca satisfacer las necesidades actuales sin comprometer los recursos de las generaciones futuras. Por ende, este enfoque de sostenibilidad centrado en el *Liderazgo multigeneracional en los procesos de innovación y transformación de los insumos*, se aleja del modelo lineal de producción y consumo, promoviéndose un sistema regenerativo que optimiza el uso de materiales y energía desde la innovación industrial, por ello, esta tendencia se centra en:

Gestión de cambios, innovación y metamorfosis: implica la reutilización de materiales desde una transformación profunda en los procesos productivos, pues, la gestión del cambio es esencial para adaptar industrias y modelos de negocio a prácticas más sostenibles, mientras que la innovación permite desarrollar nuevas tecnologías y estrategias que faciliten la transición hacia un sistema circular.

Facilitación de la interpretación de hitos: resalta la importancia de comprender los momentos clave en la evolución de la economía circular, por ello, la urgencia del tiempo sugiere que la transición hacia este modelo debe acelerarse, requiriéndose una visión estratégica que permita identificar oportunidades y desafíos en el camino hacia la sostenibilidad.

Liderazgo multigeneracional y transformador. La implementación efectiva de la economía circular, demanda líderes capaces de integrar diversas perspectivas generacionales. Un liderazgo operativo y transformador implica la capacidad de gestionar recursos de manera eficiente, fomentar la colaboración interdisciplinaria y garantizar que las decisiones tomadas hoy benefician a las generaciones futuras.

En síntesis, las tendencias curriculares emergentes en los planteamientos de estos investigadores, a decir: (a) Rodríguez y Ortiz (ob. cit.): Optimización de los recursos a través del reciclaje, la reutilización y regeneración; (b) Asua (ob.cit.): Principios en el uso de los materiales y su ciclo de vida en el proceso industrial; y (c) Maza (ob.cit.): Liderazgo multigeneracional en los procesos de innovación y transformación de los insumos; son integrales e impulsan la innovación en reciclaje y reutilización para recuperar recursos valiosos en pro de transformar los residuos en insumos reutilizables. Este modelo circular en la formación de ingeniería incorpora estrategias para rediseñar los sistemas económicos que prioricen el ciclo de vida de los materiales en el proceso industrial, acción que permite a los futuros profesionales de la ingeniería optimizarlos de forma sostenible desde la integración de conocimientos y cooperación social para impactar en lo social, cultural, tecnológico y científico.

Se muestra en la Tabla 2 las comprensiones de la Unidad Hermenéutica: Reingeniería Sostenible, destacándose aquellas investigaciones más relevantes y su impacto en la formación de los profesionales de ingeniería. La reingeniería sostenible en la educación superior permite reorganizar procesos productivos para hacerlos más eficientes, en el ámbito formativo, implica, rediseñar metodologías pedagógicas, gestionar recursos inter y transdisciplinarios con responsabilidad y fomentar prácticas administrativas sostenibles.

Tabla 2. Comprensión de la Unidad Hermenéutica: Reingeniería Sostenible en la Educación Superior.

Investigación	Aportes sustantivos	Comprensión holística de la Unidad Hermenéutica
Gutiérrez y Pellegrini (2022). Sistema Integral en Educación para el Desarrollo Sostenible, una Propuesta para Instituciones de Educación Superior.	<ul style="list-style-type: none"> - Identifica siete factores esenciales para la sostenibilidad universitaria, denominados las 7I de la sostenibilidad universitaria: Institucionalizar, interconexión, interrelación, interacción, integración, interdisciplinariedad e innovación. (p. 192). -Las universidades son instituciones dedicadas a la generación y creación de conocimiento, búsqueda y divulgación del saber, formación de profesionales, y de los nuevos procesos que serán aplicados en la sociedad. Son el espacio ideal para encontrar respuestas a los retos del desarrollo sostenible y a sus objetivos (Talloires, 1990, p. 189). 	<p>Pertinencia social: Enfatiza que la sostenibilidad debe integrarse en la cultura organizacional de las universidades como un eje transversal de la formación profesional para contribuir significativamente a la transformación cultural y organizacional con miras a enfrentar los desafíos ambientales.</p> <p>Contribución educativa: Este sistema tiene la capacidad de transformar la educación superior en un motor de cambio hacia la sostenibilidad. Este enfoque mejora la gestión universitaria y fortalece el impacto social de la educación, asegurándose que la sostenibilidad sea un principio rector en la formación de futuras generaciones.</p> <p>Tendencia curricular emergente: Sostenibilidad como Eje Transversal en la Formación del Profesional de Ingeniería.</p>
Sime, Izquierdo y Ramos (2023). Los Objetivos del Desarrollo Sostenible y su Inclusión al Currículo Universitario: una Revisión de Literatura.	<ul style="list-style-type: none"> - El desarrollo sostenible se basa en tres pilares interdependientes: el crecimiento económico, la equidad social y la protección ambiental (p. 315). - La academia debe promover la creación de sistemas flexibles que se orienten a tener ejes transversales en educación cívica-medioambiental. (p. 317) - La enseñanza es el área más factible para incluir el desarrollo sostenible y se cree que, junto con la investigación, es una de las áreas principales para ayudar a alcanzar los ODS. (p. 318). -La capacitación del profesorado en sostenibilidad es un elemento clave para lograr una integración efectiva de los ODS en el currículo universitario (p. 320). 	<p>Pertinencia social: Impacto en la empleabilidad y el desarrollo económico, la educación basada en los ODS potencia la formación de profesionales capacitados para sectores clave como energías renovables, economía circular y políticas ambientales, contribuyendo al progreso social y económico.</p> <p>Contribución educativa: La incorporación de la sostenibilidad en el currículo promueve la formación de estudiantes con conciencia crítica, preparándolos como futuros profesionales para afrontar desafíos globales desde un enfoque responsable.</p> <p>-Se requiere generar programas de capacitación para el personal docente para la integración óptima de los ODS en las asignaturas del diseño curricular.</p> <p>Tendencia curricular emergente: Tripartición del Desarrollo Sostenible en el Currículo.</p>
Izquierdo, Mercedes, Álvarez y Echeagaray (2024). La Gestión de la Calidad y los Objetivos de Desarrollo Sostenible en Universidades Latinoamericanas	<ul style="list-style-type: none"> -La gestión de la calidad en las universidades implica la implementación de sistemas y procesos que garantizan la excelencia en los ámbitos académico, administrativo y de investigación.” (p.211) -La gestión de la calidad es un enfoque que busca la mejora continua de todos los aspectos de la educación superior para satisfacer las necesidades de los estudiantes, la sociedad y el mercado laboral, promoviendo una cultura de mejora 	<p>Pertinencia social: Promueve un modelo de gestión de calidad y sostenibilidad en universidades, a través de la implementación de las normas internacionales ISO.</p> <p>Destacan que la metodología de investigación cualitativa puede fortalecer el análisis de impacto social y ambiental, lo que es clave en las universidades latinoamericanas para fortalecer competencias profesionales.</p> <p>Contribución educativa: La implementación educativa de la sostenibilidad requiere una visión integral y estratégica que vincule el currículo, la extensión universitaria, la investigación y la</p>

Investigación	Aportes sustantivos	Comprensión holística de la Unidad Hermenéutica
	<p>constante en todas las áreas de la universidad, incluyendo la docencia, la investigación y la extensión universitaria. (p. 211)</p> <p>-Las normas internacionales de la familia ISO 9000:2015 y la más reciente ISO 21001:2018, enfocadas en la gestión de la calidad para organizaciones educativas, son empleadas por las universidades para optimizar sus procesos administrativos y académicos. (p.212).</p> <p>-Las universidades latinoamericanas están llamadas a contribuir desde la docencia, extensión y la investigación al desarrollo sostenible. (p. 220)</p>	<p>gestión para asegurar un proceso educativo de calidad, equitativo y justo.</p> <p>El currículo tiene un enfoque adaptativo y para la transformación educativa en el marco de la reingeniería sostenible en la formación de profesionales comprometidos con el futuro de la humanidad.</p> <p>Tendencia curricular emergente: Reingeniería en la gestión de la calidad educativa desde los estándares ISO</p>

Fuente: Elaboración propia (2025).

La reingeniería sostenible en educación superior se concibe como un enfoque curricular transformador orientado a la formación de profesionales con una profunda conciencia ecológica y compromiso social. Esta perspectiva impulsa la modernización de los planes de estudio y los vincula estrechamente con los retos contemporáneos que enfrenta la sociedad, abriéndose nuevas posibilidades para la innovación educativa en clave de sostenibilidad. Por ende, la inclusión de la reingeniería sostenible como eje estructural del currículo universitario refuerza la idea de que las instituciones de educación superior deben responder activamente a los contextos sociales, ambientales y económicos actuales. A través de este enfoque, se promueve la integración de saberes interdisciplinarios, metodologías activas y prácticas pedagógicas orientadas al desarrollo sostenible, alineadas con los ODS.

Desde la mirada de la UNESCO (2021), la reingeniería sostenible en educación se significa como: “un proceso de transformación estructural en las instituciones educativas que busca integrar principios de sostenibilidad en la planificación, gestión y currículo, asegurando que la educación contribuya activamente al desarrollo sostenible.” (p.24) Esta visión destaca la necesidad imperante de rediseñar los sistemas educativos para convertirlos en catalizadores del cambio, articulándose perspectivas transdisciplinarias e impulsando metodologías didácticas que permitan abordar los desafíos globales de manera ética, crítica y propositiva.

Al respecto, Gutiérrez y Pellegrini (ob.cit.), sostienen que esas competencias sociales conllevan a la reingeniería de las funciones sustantivas universitarias, como una estrategia clave para la transformación del modelo educativo hacia un enfoque más equitativo, eficiente y ambientalmente responsable. Se trata de un proceso integral que exige repensar la estructura del currículo y los mecanismos de enseñanza, alineándolos con los ODS y la gestión de calidad universitaria. Por ello, emerge la tendencia curricular *Sostenibilidad como Eje Transversal en la Formación del Profesional de Ingeniería*, comprendida como propuesta transformadora que coloca las competencias sociales como catalizadores del cambio en la educación universitaria.

Estas competencias, que involucran valores como la empatía, la responsabilidad social, el trabajo colaborativo y la conciencia ecológica, las cuales no se limitan al ámbito personal o interpersonal del estudiante; su impacto va mucho más allá, pues actúan como detonantes de una reingeniería profunda de las funciones sustantivas universitarias, es decir, la docencia, la investigación, la extensión y la gestión. Este contenido emergente señala que no basta con mejorar contenidos o actualizar metodologías, es necesario reconfigurar estructuralmente el modelo educativo de la formación de Ingenieros e ingenieras, alineándolo con los principios de sostenibilidad y con los ODS. Esto implica, que la Universidad además de enseñar saberes técnicos, tiene la misión social de formar profesionales capaces de responder ética y eficazmente a los desafíos globales: cambio climático, desigualdad, acceso equitativo a recursos, entre otros; propios del desarrollo de su profesionalidad.

Este giro curricular exige que cada asignatura, proyecto o actividad formativa debe contener un enfoque sostenible, permitiéndoles a los futuros ingenieros actuar con responsabilidad ambiental, eficiencia económica y compromiso social. Gutiérrez y Pellegrini (ob.cit), mencionan que el contexto de la educación superior, la sostenibilidad ha dejado de ser una dimensión periférica para convertirse en un principio orientador de la gestión, la docencia y la investigación. Por consiguiente, la implementación efectiva de un modelo de sostenibilidad universitaria exige una transformación profunda, estructurada y sistémica, lo cual se expresa claramente en la propuesta de las 7I: institucionalización, interconexión, interrelación, interacción, integración, interdisciplinariedad e innovación. Estas siete dimensiones configuran un marco estratégico para reconfigurar el currículo y el quehacer de las universidades como actores clave en la transformación social.

Desde la mirada de las 7I, la sostenibilidad es concebida como eje transversal que articula todos los procesos universitarios con la reingeniería sostenible en todas las áreas del conocimiento, acción que implica, adoptar enfoques interdisciplinarios que faciliten el diálogo entre saberes y metodologías activas que promuevan la participación crítica de los estudiantes en el análisis y resolución de problemáticas reales vinculadas con los ODS. Emergen estudios (I+I+I) Investigación, Interdisciplinariedad e Innovación, donde esta última juega un papel esencial que supone el desarrollo de nuevas estrategias pedagógicas, evaluativas y tecnológicas que potencien el aprendizaje significativo y el compromiso ético.

A su vez, la sostenibilidad universitaria requiere avanzar hacia una reingeniería de procesos, entendida como la transformación estructural de la planificación y gestión académica y administrativa. Esto implica institucionalizar la sostenibilidad como parte de la cultura organizacional, asegurándose su presencia en la definición de políticas, planes estratégicos, presupuestos, mecanismos de seguimiento y evaluación. En este marco, cobra relevancia la jerarquización organizacional curricular desde la planificación, pues, las instancias superiores de gobierno universitario tienen la responsabilidad de establecer lineamientos claros y mecanismos de articulación vertical y horizontal que permitan la ejecución coherente de acciones sostenibles en todas las unidades y departamentos de la universidad.

La educación superior en la UNEXPO VRB enfrenta el desafío de formar profesionales no sólo competentes en sus disciplinas, sino también comprometidos con la construcción de sociedades más equitativas, prósperas y sostenibles. Desde esta perspectiva, la inclusión de los ODS al currículo universitario de esta casa de estudio representa una transformación profunda de su propósito formativo, y para lograrlo, resulta indispensable comprender la tendencia curricular emergente *Tripartición del Desarrollo Sostenible*, constituida por tres pilares interdependientes: crecimiento económico, equidad social y protección ambiental.

Desde este orden comprensivo Sime, Izquierdo y Ramos (ob.cit), evocan que el camino curricular a seguir es la reingeniería, entendida como un proceso integral y crítico que se alinea con los ODS para afianzar el equilibrio dinámico entre tres dimensiones claves que se interrelacionan constantemente. Por un lado, el *crecimiento económico*, que representa la capacidad de generar riqueza, empleo y bienestar material, pero no debe perseguirse de forma aislada ni a costa de los otros pilares. Aquí entra la *equidad social*, que implica garantizar igualdad de oportunidades, acceso equitativo a los servicios esenciales como salud, educación y vivienda, así como la inclusión plena de todos los sectores de la población, en

especial aquellos que han sido históricamente marginados. Estas dimensiones se articulan con la *protección ambiental* para asegurar que las acciones humanas respeten los límites ecológicos del planeta, manteniéndose sus sistemas naturales y biodiversidad para las generaciones presentes y futuras. Esto significa repensar nuestras formas de producción, consumo y gestión de los recursos naturales, colocando la sostenibilidad ambiental como eje transversal en todo proceso de desarrollo.

Así, se fortalece el papel de las universidades como promotoras de un desarrollo social que armonice las dimensiones económicas y ambientales en beneficio de las generaciones presentes y futuras. Pensamiento pedagógico-curricular que comparten Izquierdo, Mercedes, Álvarez y Echeagaray (ob.cit), al ofrecer un enfoque integral sobre cómo las instituciones de educación superior pueden alinear sus sistemas de gestión con los ODS y los estándares internacionales de calidad, como ISO 9001:2015 e ISO 21001:2018, esta última específicamente diseñada para organizaciones educativas. A través de estos aportes emerge la tendencia curricular *Reingeniería en la gestión de la calidad educativa desde los estándares ISO*, que destaca los aportes que permiten comprender los retos, estrategias y beneficios de insertar la sostenibilidad en la gestión universitaria.

La integración de los ODS en la educación superior representa un rol estratégico para reconfigurar estructuras de gestión, docencia e investigación, pues, evocan una transformación curricular profunda, basada en modelos interdisciplinarios y adaptativos que fomentan una formación holística. Al integrar los pilares de sostenibilidad ambiental, social y económico, se impulsa la preparación de profesionales con pensamiento sistémico y capacidad para afrontar los desafíos del contexto global. Por tales consideraciones, desde la ISO 9001:2015, se articula el Sistema de Gestión de Calidad para garantizar la satisfacción de estudiantes, docentes, personal administrativo y sociedad civil.

En las universidades, su implementación implica: (a) revisión y mejora continua de procesos internos como admisión, planificación curricular, servicios estudiantiles y extensión universitaria; (b) evaluación de indicadores de desempeño y retroalimentación institucional; y (c) fomento de la transparencia, la trazabilidad y la rendición de cuentas. Este enfoque coloca a la Universidad en una postura activa frente a los desafíos de calidad, estableciéndose mecanismos de control y mejora en todos los niveles operativos para gestionar su responsabilidad social ante la demanda de la sostenibilidad en los programas formativos.

Por su parte, ISO 21001:2018 evoca un Sistema de Gestión para Organizaciones Educativas que, a diferencia de la ISO 9001:2015, está específicamente diseñada para organizaciones del sector educativo, reconociéndose sus particularidades pedagógicas, sociales y organizacionales (ISO, 2015; ISO, 2018). Su aplicación en universidades ofrece beneficios como: (a) enfoque centrado en el estudiante, promoviéndose una formación pertinente, inclusiva y participativa; (b) integración de la sostenibilidad como valor transversal en los contenidos curriculares y gestión institucional; (c) mejora en la comunicación entre los actores educativos estudiantes, docentes, comunidad e instituciones aliadas; y (d) reconocimiento y acreditación internacional por aplicar buenas prácticas educativas.

La ISO 21001:2018 promueve la calidad académica en pro de alinear la gestión universitaria con los ODS, reforzándose el compromiso institucional con la equidad, la inclusión y la protección ambiental (ONU, 2015). Por ende, la contribución educativa a la sostenibilidad requiere una visión integral y estratégica que vincule el currículo, la extensión universitaria, la investigación y la gestión de calidad. Siendo esta última junto a la reingeniería sostenible pilares fundamentales en la transformación universitaria, para impulsar la integración de los ODS en los modelos de enseñanza, fortalecer la excelencia académica y el impacto social de las instituciones educativas en la sociedad.

En síntesis, las tendencias curriculares en relación a la reingeniería sostenible en los planteamientos teóricos de Gutiérrez y Pellegrini (ob.cit): sostenibilidad como eje transversal en la formación del profesional de ingeniería; Sime, Izquierdo y Ramos (ob.cit): tripartición del desarrollo sostenible en el currículo; Izquierdo, Mercedes, Álvarez y Echeagaray (ob.cit): reingeniería en la gestión de la calidad educativa desde los estándares ISO, destacan la relevancia de establecer vínculos colaborativos entre universidades, sector empresarial y sociedad civil, los cuales permiten el desarrollo de proyectos de alto impacto enfocados en la sostenibilidad. Estas alianzas estratégicas generan sinergias para la creación de conocimiento, el intercambio de recursos y la innovación metodológica, al tiempo que posicionan a las instituciones en rankings internacionales y fomentan el uso de indicadores de gestión sostenible como evidencia de su compromiso con la Agenda 2030 (ONU, 2015).

Discusión: Descripciones Pedagógicas-Curriculares.

1. Huella de la economía circular en las competencias profesionales.

La adopción de la economía circular en las Instituciones de Educación Superior demanda el diseño y gestión de programas de formación en eficiencia energética,

orientados a la transformación óptima de materiales para su reutilización y a la gestión de tecnologías limpias. Según la UNESCO (2020), al mejorar infraestructura y diseños, las universidades logran reducir significativamente el consumo de materias primas, reutilizando estratégicamente insumos para su máximo aprovechamiento. Esta lógica deja una huella sustantiva en la formación de ingenieros, al exigir competencias como pensamiento sistémico, liderazgo colaborativo, gestión ética de recursos e innovación sostenible, que los preparan para actuar como agentes de cambio frente a los desafíos ambientales y sociales.

2. Tendencias de economía circular aplicables en la UNEXPO VRB.

La economía circular representa un cambio paradigmático en la formación de ingenieros, exigiendo una transformación curricular que integre la gestión del cambio, la innovación sostenible, metodologías activas y mecanismos de evaluación de impacto en pro de la calidad (Mendoza, 2023). De acuerdo con Alvarado (2024, p.41), estas tendencias implican asumir competencias transversales para la sostenibilidad, fomentar el aprendizaje basado en problemas y flexibilizar los planes de estudio. La UNESCO (2020) señala que estas serían las puntas de lanza para ofrecer una educación para el desarrollo sostenible desde las manos, mente y corazón, desarrollándose conocimientos, habilidades y valores que permitan tomar decisiones ambientales estratégicas a nivel local, nacional y global. En la UNEXPO VRB, estas tendencias pueden traducirse en la incorporación de asignaturas optativas interdisciplinarias, proyectos comunitarios vinculados a los ODS y la ISO 59004:2024, y experiencias educativas basadas en casos reales de implementación de economía circular en empresas y comunidades.

3. Adaptación de los laboratorios universitarios.

La formación profesional debe incluir prácticas que conviertan los laboratorios en ecosistemas circulares de aprendizaje, orientados al uso racional de insumos, la reutilización de componentes y la incorporación de indicadores de eficiencia energética. Esta adaptación exige también un cambio en el quehacer docente hacia pedagogías transformadoras, generando experiencias que trasciendan las cuatro paredes del aula y los exámenes tradicionales. Como señalan González y Fernández (2021), los procesos de innovación sostenible en la universidad deben cimentar el uso responsable de la materia prima, optimizando y transformando su ciclo de vida cotidiano en beneficio del bien común. De este modo, los laboratorios universitarios se convierten en escenarios pedagógicos donde los estudiantes internalizan la lógica circular en experiencias reales, consolidando competencias técnicas y éticas que fortalecen su perfil profesional.

Conclusiones y recomendaciones

Al reconocer en el proceso interpretativo los diferentes matices atribuidos a la economía circular y la reingeniería sostenible en los procesos formativos de los profesionales de la ingeniería comprendimos que:

La economía circular en la formación de profesionales de la ingeniería representa una transformación profunda para formar en competencias de sostenibilidad en y para la vida. Es un enfoque curricular visionario que invita a sustituir el modelo lineal tradicional basado en producir, usar y desechar, por un modelo regenerativo que promueve el uso eficiente de los recursos, el diseño de ciclos productivos sostenibles y el compromiso con el entorno natural y social. Por ende, la educación superior en la UNEXPO VRB, al adoptar esta perspectiva, se convierte en un espacio de innovación, donde la formación profesional se vincula directamente con los desafíos globales de sostenibilidad.

Las tendencias curriculares emergentes reflejan en varios aspectos clave para la adquisición y desarrollo de competencias profesionales, como lo son: *El diseño sostenible y regenerativo*, que entrama acciones donde las y los ingenieros aprenden a generar productos y sistemas de producción que minimizan el desperdicio en aras de optimizar su reutilización, por ende, se destacan en la investigación tendencias como la implementación de principios de ecodiseño y análisis de ciclo de vida para garantizar que los productos y servicios sean duraderos y reciclables. *La optimización de procesos industriales* evoca que la economía circular promueve la eficiencia y eficacia en la producción, lo cual, reduce el consumo excesivo de materias primas y energía. Este quehacer profesional invita a la adquisición de habilidades para implementar modelos de producción limpia y estrategias de recuperación de materiales. En ese sentido, la economía circular contribuye significativamente a la formación de ingenieros al proporcionar un marco sostenible para el diseño, producción y gestión de recursos.

La reingeniería sostenible se configura como un proceso integral que involucra la transformación estructural y funcional de los sistemas existentes. Su propósito es reconfigurar prácticas institucionales, industriales y educativas de forma que sean más eficientes, equitativas y respetuosas con el ambiente. Esta transformación propone una revisión crítica de las tendencias tradicionales para abrirse a las nuevas y fomentar enfoques interdisciplinarios e innovadores a fin de implementar metodologías activas y una enseñanza que capacite a los estudiantes para abordar problemas ambientales y sociales desde una perspectiva reflexiva y propositiva.

La implementación efectiva de este enfoque curricular exige también una formación docente comprometida con los principios de sostenibilidad, por ello, es vital capacitar a los educadores en la comprensión de la interdependencia entre lo económico, lo social y lo ambiental, para garantizar que los futuros profesionales, especialmente en el área de la ingeniería, sean capaces de incorporar estos valores en su proceso de formación y en su ejercicio profesional. En el caso de la UNEXPO VRB, la implementación de la reingeniería sostenible resulta clave para integrar un modelo de economía circular al contexto del campus universitario que influya significativamente en la formación de ingenieros, vinculándose la formación con prácticas industriales responsables.

La Universidad puede aprovechar su estructura académica para desarrollar laboratorios de innovación sostenible y plataformas digitales que optimicen la gestión de insumos en la enseñanza. Asimismo, debe establecer redes de cooperación con el sector productivo y diseñar indicadores de impacto ambiental que permitan evaluar la efectividad de la integración de la economía circular en el currículo. Estas acciones consolidarían a la UNEXPO VRB como un referente en sostenibilidad, formando profesionales con una visión transformadora y un compromiso firme con la preservación de los recursos y el bienestar social.

La formación del profesional en ingeniería, desde este enfoque curricular de economía circular debe ser holístico y requiere integrar conocimientos técnicos, éticos y prácticos que le permitan afrontar problemáticas complejas mediante soluciones responsables y sostenibles. En la dimensión pedagógica y curricular, se vuelve indispensable el diseño de programas académicos que incluyan contenidos sobre economía circular, prácticas de reciclaje, reutilización de materiales y regeneración de procesos industriales como acciones de partida. A su vez, el uso de simuladores, plataformas digitales y herramientas tecnológicas facilita la optimización de los recursos educativos y fortalece el aprendizaje activo.

Este modelo puede expandirse a través de distintos ejes que estructuran la formación en ingeniería: *Dimensión técnica y científica*, se recomienda promover el desarrollo de tecnologías para la producción limpia, la recuperación eficiente de materiales y la optimización energética en el sector industrial. En ese sentido, las prácticas de laboratorio deben orientarse hacia el uso racional de insumos y la reutilización de componentes como estrategia de formación consciente. *Dimensión ética y social*, fomenta el liderazgo transformador, la innovación comprometida con el bienestar colectivo y la construcción de modelos de consumo responsables. Por ende, el profesional debe ser capaz de asumir su rol como agente de cambio y

contribuir activamente a mitigar el impacto del cambio climático. *Dimensión económica y empresarial*, se traduce en impulsar la aplicación de modelos económicos circulares que permitan reducir costos, incrementar la eficiencia y prolongar la vida útil de productos y materiales.

Asimismo, se prioriza la formación en gestión del cambio, planificación estratégica e innovación productiva bajo principios de regeneración y sostenibilidad. Al asumir estas dimensiones en la UNEXPO VRB, los procesos académicos se gestionarán desde una visión integral que contribuye a la formación de profesionales comprometidos, capaces de transformar su entorno y generar impactos positivos tanto en el ámbito educativo como en la industria.

Por último, la UNEXPO VRB podría reforzar sus iniciativas en sostenibilidad mediante la incorporación de certificaciones especializadas en sostenibilidad y economía circular dentro de sus programas académicos, otorgando mayor reconocimiento a los graduados en el ámbito industrial. La universidad también debe desarrollar indicadores de impacto ambiental y social que permitan monitorear el avance de sus estrategias, asegurando una implementación efectiva del modelo circular en la educación superior. Con estas acciones, la UNEXPO VRB se consolidaría como un líder en innovación sostenible, promoviendo una formación técnica y ética alineada con los desafíos globales de preservación ambiental

Referencias

- Alvarado Mendoza, N. J. (2024). Gestión Curricular: Una Mirada Desde El Quehacer Gerencial Del Docente. *Gestión Y Gerencia* 18(2), 26-45. <https://doi.org/10.5281/zenodo.14556131> [Consulta: 2024, marzo, 2025]
- Asua, J. (2021). Economía Circular: Diseño de una Metodología y Herramienta de Evaluación de Proyectos Académicos. [Trabajo de Maestría, Universidad Politécnica de Catalunya BarcelonaTech] Portal de Acceso Abierto al Conocimiento de la UPC. <http://hdl.handle.net/2117/358665> [Consulta: 2024, marzo, 2025]
- Ausubel, D. P. (1968). *Educational psychology: A cognitive view*. New York: Holt, Rinehart and Winston.
- Dewey, J. (1938). *Experience and education*. New York: Macmillan Company.

González, G, y Pomar Fernández, S. (2021). La Economía Circular en los Nuevos Modelos de Negocio. *Entreciencias: Diálogos En La Sociedad Del Conocimiento*, 9(23).
<https://doi.org/10.22201/enesl.20078064e.2021.23.79933> [Consulta: 2024, marzo, 2025]

Grundy, S. (1988). *Curriculum: Product o Praxis*. Moratta

Gutiérrez Mijares, M. E, y Pellegrini Blanco, N. C. (2022). Sistema integral en educación para el desarrollo sostenible una propuesta para instituciones de educación superior. *Areté, Revista Digital del Doctorado en Educación*, 8(15), 181-204. <https://doi.org/10.55560/arete.2022.15.8.9> [Consulta: 2024, febrero, 2025]

International Organization for Standardization. (2015). *ISO 9001:2015 – Quality management systems – Requirements*. ISO.

International Organization for Standardization. (2024). *ISO 59004:2024 – Circular economy — Vocabulary, principles and guidance for implementation*.
<https://www.iso.org/standard/80648.html>

ISO. (2018). *ISO 21001:2018 – Educational organizations — Management systems for educational organizations — Requirements with guidance for use*. International Organization for Standardization.
<https://www.iso.org/standard/66266.html> [Consulta: 2024, marzo, 2025]

ISO. (2024). *ISO 59004:2024 - Circular economy — Vocabulary, principles and guidance for implementation*. International Organization for Standardization.
<https://www.iso.org/standard/80648.html> [Consulta: 2024, marzo, 2025]

Izquierdo-Morán, A., Mercedes-Ramos, M., Álvarez-Laborde, A., y Echeagaray-Solorza, N. (2024). *La gestión de la calidad y los objetivos de desarrollo sostenible en universidades latinoamericanas*. Episteme Koinonía. Revista Electrónica de Ciencias de la Educación, Humanidades, Artes y Bellas Artes, 7(14), 207–224. <https://doi.org/10.35381/e.k.v7i14.4200>

Kirchherr, J., Reike, D., & Hekkert, M. (2017). Conceptualizing the circular economy: An analysis of 114 definitions. *Resources, Conservation and Recycling*, 127, 221–232. <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2017.09.005>

Martínez, M., (1996) *El Paradigma Emergente*. Editorial Trillas. México.

Maza Ramos, C. (2023). *Acercamiento epistemológico de la economía circular desde la complejidad*. Saber UCV, 1-10. <http://hdl.handle.net/10872/22341>
[Consulta: 2024, marzo, 2025]

Mendoza, S. (2023). Influencia de la Economía Circular en la Transformación de la Conciencia Ambiental de los Estudiantes de la Universidad Cesar Vallejo. *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar*, 7(4), 3781-3793. https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v7i4.7228 [Consulta: 2024, marzo, 2025]

Organización de las Naciones Unidas. (2015). *Transformar nuestro mundo: la Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible*. ONU. Recuperado de <https://sdgs.un.org/es/goals>

Organización de las Naciones Unidas. (2015). *Transformar nuestro mundo: la Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible*. <https://sdgs.un.org/es/goals>

Organización de las Naciones Unidas. (2017). *Acuerdo de París sobre el cambio climático*. <https://unfccc.int/process-and-meetings/the-paris-agreement>

Organización Mundial de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura. (2021). *La Conferencia Mundial de la UNESCO sobre Educación para el Desarrollo Sostenible*, 17 al 19 de mayo de 2021. París, Francia. [Consulta: 2025, enero, 17].

Organización Mundial de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura. (2022). *International forum on AI and education: steering AI to empower teachers and transform teaching*. París, Francia. UNESCO. [Consulta: 2025, enero, 20].

Organización Mundial de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura. (2024). *Economía Circular para 2050*. París, Francia. UNESCO. <https://catunescoforum.upv.es/economia-circular-para-2050/> [Consulta: 2025, febrero, 02].

Piaget, J. (1970). *La psicología del niño*. Barcelona: Ediciones Morata.

Rodríguez García, L. M., y Ortiz Gutiérrez, B. E. (2021). Una visión de sostenibilidad ambiental universitaria con miras a la conformación de una red de economía circular. *Revista De La Universidad De La Salle*, 1(84), 49-60. <https://doi.org/10.19052/ruls.vol1.iss84.4> [Consulta: 2025, abril, 21].

Rodríguez, A., & Ortiz, M. (2021). Una visión de sostenibilidad ambiental universitaria con miras a la conformación de una red de economía circular. *Revista de Gestión Ambiental Universitaria*, 9(1), 45–55.

Sime Marques, A., Izquierdo Espinoza, J. R., & Ramos Farroñán, E. V. (2023). Los objetivos del desarrollo sostenible y su inclusión al currículo universitario: una revisión de literatura. *LATAM Revista Latinoamericana De Ciencias Sociales Y Humanidades*, 4(2), 313–330. <https://doi.org/10.56712/latam.v4i2.613> [Consulta: 2025, febrero, 02].

UNESCO. (2017). *Educación para los Objetivos de Desarrollo Sostenible: objetivos de aprendizaje*. Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura. Recuperado de <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000247444>

UNESCO. (2020). *Educación para el desarrollo sostenible: hoja de ruta*. París: Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura. Recuperado de unesdoc.unesco.org

UNESCO. (2021). *Conferencia Mundial sobre Educación para el Desarrollo Sostenible*. París: Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura.

UNESCO. (2022). *Movilidad académica en educación superior* (Documento de referencia, tema 05, WHEC2022). Conferencia Mundial sobre la Educación Superior (3ª, Barcelona, 2022). <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000389878>

UNESCO. (2024). *Economía circular para 2050*. París: Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura. <https://catunescoforum.upv.es/economia-circular-para-2050/>

UNESCO. (2025). *Educación para el desarrollo sostenible: hoja de ruta hacia 2050*. París: Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura.

University Leaders for a Sustainable Future. (1990). *The Talloires Declaration*. Talloires, France. <https://ulsf.org/talloires-declaration/>

Vygotsky, L. S. (1978). *Mind in society: The development of higher psychological processes*. Cambridge, MA: Harvard University Press.