

Estrategias curriculares innovadoras para la formación del ingeniero industrial en Paraguay

Innovative Curriculum Strategies for Industrial Engineering Education in Paraguay

Frank Cruz Ortega^{1*}.María Sonia Fleitas Triana²

¹ Investigador, Escuela de Posgrado, Universidad Americana, Paraguay

Correo electrónico: frank.cruz@americana.edu.py

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6598-3392>

² Facultad de Ingeniería Industrial, Universidad Tecnológica de La Habana "José Antonio Echeverría", CUJAE, Cuba

Correo electrónico: sfleitas@ind.cujae.edu.cu

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2093-464X>

*Autor para la correspondencia: frank.cruz@americana.edu.py

Recibido: 25 de febrero de 2026

Aceptado: 17 de abril 2026

Resumen

El avance de la Industria 4.0 ha generado nuevas exigencias tecnológicas, digitales e interdisciplinarias para la formación del ingeniero industrial, lo que plantea desafíos relevantes para la educación superior en Paraguay. En este contexto, la existencia de enfoques pedagógicos tradicionales, la limitada integración sistemática de tecnologías digitales, la débil articulación universidad–empresa y la fragmentación curricular dificultan el desarrollo de competencias profesionales acordes con las demandas productivas contemporáneas. El objetivo de este artículo fue analizar las estrategias pedagógicas pertinentes para la formación de ingenieros industriales en Paraguay ajustadas a los requerimientos de la Industria 4.0, incorporando evidencias comparativas internacionales con el propósito de generar propuestas transferibles a otros contextos educativos en transformación. Se empleó un enfoque cualitativo interpretativo empleando diferentes instrumentos para la recolección de datos en universidades de Paraguay y Cuba, permitiendo la triangulación de información sobre prácticas formativas y dinámicas curriculares.

Los resultados evidencian predominio de metodologías expositivas centradas en la transmisión conceptual, baja aplicación de metodologías activas, una incorporación fragmentada de herramientas digitales, escasa vinculación sistemática con el sector productivo y limitada integración interdisciplinaria, factores que restringen la formación de competencias digitales, analíticas y profesionales. Como conclusión, se propone un modelo formativo orientado a la integración progresiva de competencias digitales, aprendizaje aplicado mediante proyectos con la industria, internacionalización curricular, rutas de aprendizaje flexibles y evaluación auténtica.

Palabras clave: Ingeniería industrial; Industria 4.0; innovación curricular; educación superior; formación de ingenieros

Abstract

The advancement of Industry 4.0 has generated new technological, digital, and interdisciplinary demands for the education of industrial engineers, posing significant challenges for higher education in Paraguay. In this context, the persistence of traditional pedagogical approaches, the limited systematic integration of digital technologies, the weak university–industry linkage, and curricular fragmentation hinder the development of professional competencies aligned with contemporary productive demands. The objective of this study was to analyze relevant pedagogical strategies for the training of industrial engineers in Paraguay, aligned with the requirements of Industry 4.0, incorporating international comparative evidence in order to generate proposals transferable to other educational contexts undergoing transformation. A qualitative interpretative approach was employed, using multiple instruments for data collection in universities in Paraguay and Cuba, enabling the triangulation of information on educational practices and curricular dynamics. The results reveal a predominance of lecture-based methodologies focused on conceptual transmission, low implementation of active methodologies, fragmented incorporation of digital tools, limited systematic linkage with the productive sector, and weak interdisciplinary integration—factors that constrain the development of digital, analytical, and professional competencies. In conclusion, a training model is proposed that emphasizes the progressive integration of digital competencies, applied learning through industry-based projects, curricular internationalization, flexible learning pathways, and authentic assessment.

Keywords: Industrial engineering; Industry 4.0; curricular innovation; higher education, engineering education

Licencia Creative Commons



Introducción

La acelerada transformación tecnológica, asociada a la consolidación de la Industria 4.0, ha reconfigurado los sistemas productivos, los modelos de competitividad y los perfiles profesionales. En este escenario, la Ingeniería Industrial, como disciplina centrada en la gestión, integración y optimización de sistemas complejos debe realizar una reconceptualización formativa. Particularmente relevante en el contexto paraguayo, donde la educación superior enfrenta el desafío de alinear la formación del ingeniero con competencias digitales avanzadas, capacidades de gestión tecnológica y habilidades interculturales propias de entornos globalizados. En este marco, la transición hacia una Educación 4.0 implica no solo la incorporación intensiva de TIC, sino también la adopción de metodologías activas, aprendizaje basado en competencias y una articulación sistémica universidad-industria-sociedad (González y Ramírez, 2022).

La evidencia indica que los planes de estudio de Ingeniería Industrial presentan desajustes respecto a las demandas del sector productivo, por lo que la evolución curricular constituye un mecanismo estructural de adaptación institucional y pertinencia social (Cruz, 2024), proceso que debe integrar simultáneamente innovación pedagógica, actualización de contenidos y transformación organizacional universitaria (Wang, *et al.*, 2023). Tales reformas, sustentadas en evidencia científica y modelos educativos validados, deben garantizar la formación integral del egresado mediante el desarrollo de competencias técnicas, transversales e interdisciplinarias (Rikala, 2024). Asimismo, se deben considerar políticas orientadas a la inclusión, equidad, permanencia y éxito académico, en un escenario donde la digitalización del trabajo genera brechas objetivas de habilidades que los sistemas educativos aún no logran cubrir de forma consistente. En América Latina, y particularmente en Paraguay, la transformación productiva asociada a la Industria 4.0 plantea interrogantes, sobre las estrategias educativas necesarias para que los estudiantes de Ingeniería Industrial desarrollen competencias alineadas a los entornos laborales contemporáneos. La acelerada digitalización de los procesos industriales exige profesionales capaces de afrontar desafíos tecnológicos, organizacionales y económicos complejos; sin embargo, persisten limitaciones estructurales que obstaculizan esta transición formativa. Entre ellas destaca la insuficiente integración sistemática de las Tecnologías de la Información y la

Comunicación (TIC) en los programas educativos. Donde, pese al reconocimiento de su relevancia, su implementación suele depender de iniciativas individuales docentes y carece de alineación curricular coherente, fenómeno identificado en la educación en ingeniería Msafiri, Kangwa y Cai (2023). Esta situación se ve agravada por limitaciones de recursos tecnológicos y financieros, debilidades en la formación pedagógica digital del profesorado y barreras metodológicas que reducen el impacto de las tecnologías en el aprendizaje.

Como consecuencia, emerge una brecha entre las competencias desarrolladas en el aula y aquellas requeridas por el sector productivo, afectando tanto la empleabilidad de los egresados como la competitividad empresarial. En este sentido, García y Díaz (2024) subrayan que la presión de la Industria 4.0 redefine simultáneamente competencias pedagógicas, comunicativas y de resiliencia formativa en entornos altamente digitalizados. Paralelamente, se evidencia una débil consolidación de enfoques interdisciplinarios en la formación del ingeniero industrial. Aunque las instituciones paraguayas promueven formalmente la multidisciplinariedad, la implementación efectiva presenta dificultades asociadas a la falta de coordinación docente, divergencias conceptuales entre disciplinas y limitaciones en la planificación de objetivos formativos comunes, tal como señalan Feng, *et al.* (2023).

Esta fragmentación curricular reproduce un modelo tradicional centrado en contenidos teóricos y restringe la incorporación de dimensiones clave para la Industria 4.0, tales como la gestión empresarial avanzada, la sostenibilidad tecnológica y la toma de decisiones basada en datos. Investigaciones previas muestran que incluso en contextos con colaboración universidad-industria, los diseños curriculares suelen permanecer confinados dentro de fronteras disciplinares convencionales (Valiente, *et al.*, 2021), mientras que la propia noción de interdisciplinariedad continúa siendo interpretada de forma ambigua en la educación en ingeniería (Ming, van der Veen y MacLeod, 2024).

Otro componente crítico corresponde a la dimensión transcultural de la formación profesional. La globalización industrial demanda ingenieros industriales capaces de operar en contextos multiculturales, colaborar en redes de investigación internacionales y adaptar sus prácticas a entornos diversos. No obstante, aunque existen iniciativas académicas orientadas a fomentar la internacionalización, la integración efectiva de la transculturalidad mediante TIC sigue siendo limitada. En concordancia con Chans, *et al.*

(2025), los profesionales contemporáneos requieren no solo dominio técnico, sino también pensamiento crítico, liderazgo, trabajo colaborativo, comunicación efectiva y competencias digitales avanzadas. En esta línea, Rico y Fielden (2020) sostienen que la enseñanza explícita de competencias interculturales en programas de ingeniería favorece la preparación para escenarios laborales internacionales. Sin embargo, la simple disponibilidad de bibliotecas digitales, plataformas virtuales o redes de intercambio no garantiza resultados formativos significativos, ya que su efectividad depende de la apropiación crítica por parte de docentes y estudiantes y de su integración pedagógica orientada al diálogo intercultural y la colaboración académica global.

A estas limitaciones se suma la insuficiente articulación entre universidad e industria en Paraguay. Estudios recientes evidencian una débil vinculación institucional con el entorno productivo, lo que restringe la retroalimentación necesaria para actualizar programas formativos y mantener su pertinencia (Esteche, Gerhard y Escurra, 2023). Esta desconexión incide directamente en la gestión del conocimiento tecnológico docente, donde la brecha entre las competencias digitales demandadas por la Industria 4.0 y las ofrecidas en los currículos revela la necesidad de actualización profesional continua y transformación de las estrategias didácticas. Rikal *et al.* (2024) relacionan dichas brechas con la adopción desigual de tecnologías digitales, déficits en capacitación, limitaciones organizacionales y falta de cooperación sistémica entre los actores educativos y productivos. Asimismo, Fleitas, *et al.* (2026) señalan que la gestión sistemática de las prácticas profesionales en Ingeniería Industrial constituye un instrumento clave para integrar la formación académica con los sistemas productivos. Ya que con la integración se fortalece la cooperación universidad-empresa mediante procedimientos formales, seguimiento docente y apoyo digital que mejoran la satisfacción y el desempeño de los estudiantes.

Desde una perspectiva estructural, la persistencia de modelos educativos fragmentados, tradicionales y predominantemente teóricos en la educación superior paraguaya limita la integración efectiva de dimensiones tecnológicas, empresariales y socioculturales, reduciendo la capacidad de los egresados para abordar problemas complejos y globales (Cruz, 2024). Esta situación compromete no solo la inserción profesional, sino también la función estratégica de la universidad como motor de innovación y desarrollo social.

En consecuencia, la gestión del conocimiento tecnológico debe asumirse como eje articulador de la reconfiguración curricular, permitiendo integrar saberes técnicos, competencias transversales y metodologías prospectivas orientadas a los desafíos emergentes de la industria.

Asimismo, la escasa adopción de metodologías pedagógicas innovadoras basadas en aprendizaje activo, constructivista y significativo limita el aprovechamiento del potencial transformador de las TIC. Basilotta *et al.* (2022) advierten que las competencias digitales docentes suelen ser insuficientes y que los programas de formación del profesorado no siempre preparan adecuadamente para integrar tecnología en la enseñanza. Esta limitación resulta particularmente crítica en un entorno donde la industria demanda ingenieros con capacidades en programación, analítica de datos, inteligencia artificial, internet de las cosas, automatización avanzada, aprendizaje automático, robótica colaborativa y fabricación aditiva (Haq, 2024). En este marco, la presente investigación se orientó en analizar las estrategias pedagógicas pertinentes para la formación de ingenieros industriales en Paraguay ajustadas a los requerimientos de la Industria 4.0, incorporando evidencias comparativas internacionales con el propósito de generar propuestas transferibles a otros contextos educativos en transformación.

Materiales y métodos

La investigación se desarrolló bajo un enfoque cualitativo interpretativo, orientado a comprender en profundidad las prácticas docentes, las dinámicas de enseñanza y las estrategias curriculares en la formación universitaria en ingeniería. En una primera fase se realizó una revisión documental y bibliográfica para identificar antecedentes teóricos, modelos educativos, enfoques pedagógicos y estudios empíricos relacionados con la educación en ingeniería y las competencias requeridas en contextos de transformación tecnológica, lo que permitió establecer el marco conceptual del estudio y orientar el diseño de los instrumentos de recolección de datos. En una segunda fase se efectuó la recolección de datos, considerando los indicadores planificación pedagógica, integración teoría-práctica, metodologías activas, uso de tecnologías digitales, evaluación e interacción docente-estudiante. Se emplearon diferentes instrumentos para la recopilación de la información. Lo que permitió una comprensión integral de los procesos formativos en educación superior.

Resultados

Los datos recolectados revelaron patrones estructurales en el proceso de enseñanza–aprendizaje de la carrera de ingeniería industrial en Paraguay. En primer lugar, las observaciones a las clases muestran un predominio claro del paradigma conductista: en el 85% de las clases observadas se identificó un enfoque fundamentalmente teórico sustentado en metodologías expositivas tradicionales, clases magistrales orientadas a la resolución de ejercicios abstractos y evaluaciones centradas en la memorización conceptual. Solo en el 15% de las clases se evidenció la aplicación de aprendizaje basado en problemas, estrategia que favorece la contextualización profesional del conocimiento. Esta distribución confirma una débil vinculación entre teoría y práctica profesional — particularmente en proyectos aplicados, estudios de caso reales y experiencias en entornos productivos— lo que contribuye a ampliar la brecha entre la formación académica y las demandas del mercado laboral. Este resultado se articula con **la planificación pedagógica e integración teoría–práctica**. Lo que permite evidenciar una orientación formativa centrada en la transmisión conceptual más que en la aplicación contextualizada del conocimiento, en contraste con los resultados esperados de formación profesional basada en competencias.

En coherencia con este hallazgo, se constató la persistencia del aula tradicional como espacio casi exclusivo de transferencia del conocimiento. Sin embargo, la literatura especializada subraya la necesidad de consolidar esquemas de colaboración universidad–industria como mecanismo para fortalecer la pertinencia formativa, la empleabilidad y la adquisición de competencias profesionales mediante la incorporación de experiencias productivas reales (Jackson y Bridgstock, 2022; Khan, *et al.*, 2025; Chankseliani y McCowan, 2022; Romero, Caávate y Bueno, 2022). En contraste con estas recomendaciones, las interacciones con el sector productivo —incluyendo pasantías, proyectos conjuntos, visitas técnicas o participación de profesionales externos— fueron identificadas como esporádicas y no sistematizadas. Esta débil conexión limita el flujo bidireccional de información, reduce la actualización curricular basada en necesidades tecnológicas emergentes, restringe el aprendizaje experiencial y desaprovecha oportunidades de innovación aplicada y transferencia tecnológica.

La situación refleja debilidades en la integración teoría-práctica y en la interacción docente-estudiante en contextos extendidos de aprendizaje, limitando la construcción de experiencias formativas auténticas alineadas con entornos productivos reales.

En el plano tecnológico-didáctico, las observaciones evidenciaron una baja integración sistemática de herramientas digitales en las asignaturas profesionalizante.

Aunque se registró el uso puntual de *software* especializado como Arena, AutoCAD y Matlab en asignaturas tales como Investigación de Operaciones, Control Automático Industrial y Dibujo Técnico, dicha incorporación se presentó de manera fragmentada y sin articulación transdisciplinaria. Esta implementación aislada dificulta la construcción progresiva de competencias digitales acumulativas y limita la autonomía tecnológica del estudiantado en contextos productivos digitalizados. En relación con el **indicador de uso de tecnologías digitales**, los hallazgos evidencian una incorporación instrumental y fragmentada, distante del nivel esperado de integración pedagógica transversal orientada al desarrollo de competencias digitales acumulativas.

Complementariamente, el análisis curricular documental permitió identificar una escasa vinculación horizontal y vertical entre áreas de conocimiento (básicas, profesionales y optativas). Esta fragmentación disciplinar obstaculiza la consolidación del pensamiento crítico integrador y favorece un aprendizaje orientado a la acumulación de contenidos antes que a la resolución holística de problemas complejos. En términos metodológicos, las prácticas pedagógicas mostraron un 36% de utilización de metodologías activas — incluyendo aprendizaje basado en proyectos, simulación, estudios de caso y evaluación auténtica— frente a un 64% de predominio de métodos tradicionales centrados en memorización y reproducción conceptual. Esta distribución se asocia tanto a la ausencia de programas sistemáticos de capacitación docente como a la acelerada evolución tecnológica que supera los mecanismos tradicionales de actualización profesional, consolidando una enseñanza predominantemente expositiva y con limitada experimentación práctica. En concordancia con **las metodologías activas**, se muestra una brecha significativa entre la prevalencia de enfoques tradicionales y el nivel esperado de implementación de estrategias centradas en el aprendizaje activo, experiencial y basado en problemas.

El análisis cualitativo de las entrevistas docentes permitió profundizar en la comprensión de estos resultados mediante la identificación de categorías emergentes con alta densidad analítica.

La primera dimensión, barreras y desafíos del sistema educativo, incluyó percepciones sobre resistencia institucional al cambio, necesidad de actualización docente, desalineación entre formación académica y demandas profesionales, así como dinámicas de aislamiento académico que dificultan la innovación pedagógica. Una segunda dimensión correspondió a competencias digitales y adaptabilidad tecnológica, donde se enfatizó la necesidad del dominio de tecnologías emergentes y su integración pedagógica. Asimismo, emergió la categoría contexto socio laboral, que reflejó la influencia de condiciones laborales, redes profesionales y niveles de conectividad con el entorno industrial en los procesos formativos. Estas categorías emergentes se articulan con los indicadores de interacción docente–estudiante, uso de tecnologías digitales y planificación pedagógica, permitiendo comprender cómo las percepciones docentes median la implementación efectiva de innovaciones educativas.

Otra dimensión central fue el desarrollo de habilidades profesionales, donde los docentes subrayaron la importancia de fortalecer simultáneamente competencias técnicas y transversales, incluyendo resolución de problemas, evaluación de competencias, dominio de idiomas y formación integral del perfil profesional. En este sentido, **el indicador de evaluación adquiere centralidad**, evidenciando la necesidad de transitar desde enfoques centrados en la medición de contenidos hacia modelos de evaluación auténtica orientados al desarrollo y validación de competencias profesionales. A nivel individual, la categoría dimensión personal y ética profesional integró aspectos vinculados con autonomía del aprendizaje, aprendizaje continuo, mentoría, colaboración académica y responsabilidad profesional. De forma convergente, los docentes destacaron la empleabilidad y vinculación laboral como eje estratégico, señalando la necesidad de fortalecer mecanismos institucionales de conexión con el sector productivo e inserción laboral temprana.

Finalmente, una de las categorías con mayor densidad interpretativa fue la vinculación universidad–empresa y redes de colaboración, considerada por los entrevistados como condición estructural para garantizar pertinencia curricular, actualización tecnológica y coherencia formativa. La triangulación de resultados de la observación de clases, el análisis curricular y las entrevistas semiestructuradas aportan evidencia robusta de que los desafíos formativos identificados responden a una interacción sistémica entre

factores pedagógicos, tecnológicos, institucionales y socioeconómicos. La convergencia de estos hallazgos, interpretados a la luz de los indicadores definidos, confirma la existencia de brechas estructurales entre las prácticas formativas observadas y los resultados esperados en términos de formación integral, pertinencia profesional y adaptación a entornos productivos dinámicos.

Discusión de Resultados

La Ingeniería Industrial, como disciplina estratégica para el desarrollo económico y productivo, enfrenta hoy desafíos que trascienden el dominio técnico tradicional.

La acelerada transformación tecnológica, impulsada por la digitalización, la automatización y la Industria 4.0, requiere de profesionales capaces de integrar conocimientos científicos sólidos con competencias digitales avanzadas, visión estratégica y capacidad de adaptación permanente. En relación con los resultados obtenidos se establecen un conjunto de soluciones que coadyuvarán al proceso educativo y sentará las bases para una actualización curricular de la carrera Ingeniería Industrial Paraguay.

La propuesta formativa se basa en la integración progresiva de competencias digitales, tanto transversales como específicas de la disciplina, a lo largo de todo el proceso educativo. También promueve la aplicación temprana y contextualizada de las ciencias básicas (matemática, física y química) desde los primeros semestres. Estas propuestas se vinculan con problemas y procesos reales de la ingeniería industrial. Asimismo, promueve una articulación efectiva entre universidad, empresa y sociedad mediante prácticas, proyectos colaborativos y experiencias de aprendizaje situadas, complementadas con la incorporación de metodologías activas, innovación pedagógica y certificaciones profesionales de reconocimiento internacional. En conjunto, estas estrategias se orientan a una formación integral basada en competencias técnicas, digitales y socioemocionales. Con el propósito de desarrollar en los estudiantes la capacidad de analizar situaciones reales del entorno productivo. Asimismo, proponer soluciones integradoras que no solo respondan a criterios tecnológicos, sino que también consideren sus implicaciones sociales y organizacionales.

Metodologías de Enseñanza

En relación con las metodologías de enseñanza se proponen: Aprendizaje Basado en Problemas (ABP) con contextos reales de fábricas y procesos, vinculando las prácticas de laboratorios de asignaturas básicas con simulación digital.

Estrategias curriculares innovadoras para la formación del ingeniero industrial en Paraguay

Además, se propone la realización de las pasantías progresivas, permitiendo el desarrollo de proyectos integradores semestrales vinculados con soluciones a problemas productivos reales. Estas soluciones motivarán la capacidad de investigación, análisis y pensamiento crítico de los estudiantes y el trabajo colaborativo, considerando la incorporación dentro del currículo, teoría del aprendizaje socio cognitivo (Miao, *et al.*, 2025). Ya que con esta idea los estudiantes irán aprendiendo al estar en contacto directo, desde el inicio de la carrera, con el entorno laboral donde se desarrollarán, mejorando la empleabilidad a futuro. Asimismo, la integración del empleo de *software* industrial desde el primer año como

MATLAB, Python, Excel avanzado, AutoCAD, SolidWorks, Power BI, PLC los estudiantes podrán fomentar el aprendizaje experiencial (Wibowo *et al.*, 2024).

Los estudiantes integrarán las experiencias prácticas con la reflexión y la conceptualización mediante el empleo de estas herramientas digitales. Asimismo, la transformación de la formación del ingeniero industrial no depende únicamente de incorporar tecnologías digitales, sino de adoptar un modelo educativo centrado en el ser humano, basado en aprendizaje activo y en el desarrollo simultáneo de competencias tecnológicas (Lopes *et al.*, 2022).

Estrategias pedagógicas interdisciplinarias y transculturales

Con el propósito de fortalecer la formación profesional en ingeniería mediante un enfoque interdisciplinario y contextualizado, se propone un conjunto articulado de estrategias pedagógicas orientadas a superar la fragmentación curricular y promover el desarrollo integrado de competencias técnicas, digitales y transversales.

1. Implementación de Proyectos Integradores Multidisciplinarios con Empresas (PIME): Consistentes en el desarrollo semestral de proyectos reales en colaboración con organizaciones productivas, integrando asignaturas vinculadas a operaciones, logística, calidad, costos, analítica de datos y sostenibilidad, bajo la metodología de Aprendizaje Basado en Proyectos. Esta estrategia responde a la necesidad de trascender el modelo formativo tradicional, caracterizado por la enseñanza aislada de contenidos, y aproximar el proceso educativo a la naturaleza compleja y sistémica de los problemas industriales contemporáneos, los cuales involucran simultáneamente dimensiones técnicas, económicas, humanas y ambientales.

Desde el punto de vista pedagógico, esta modalidad favorece la construcción activa del conocimiento, el trabajo colaborativo y la aplicación integrada de saberes, promoviendo que los estudiantes asuman un rol protagónico en el diagnóstico, diseño, implementación y evaluación de soluciones. Asimismo, la interacción directa con el sector productivo genera retroalimentación continua sobre estándares técnicos, restricciones operativas y criterios de factibilidad, mientras que la validación externa de los resultados aporta autenticidad al proceso evaluativo y refuerza la pertinencia formativa, contribuyendo a una integración efectiva entre teoría y práctica, al desarrollo del pensamiento sistémico y a la mejora de la empleabilidad mediante experiencia aplicada.

2. Establecimiento de un Trayecto Transversal de Analítica y Transformación Digital: Estructurado como una secuencia progresiva de formación digital a lo largo de la carrera que incluye estadística, programación, simulación, sistemas ERP/MES, automatización, internet de las cosas e inteligencia de negocios, con evaluación basada en proyectos sustentados en datos reales. Esta propuesta se fundamenta en la consideración de la digitalización como eje estructural de la actividad industrial contemporánea, reconociendo que la enseñanza fragmentada de herramientas tecnológicas impide la consolidación de competencias transferibles.

La incorporación transversal y secuenciada de contenidos digitales permite desarrollar habilidades de manera acumulativa y articulada, garantizando que la tecnología sea asumida como componente central del desempeño profesional y no como un recurso accesorio. La utilización de datos reales y problemas industriales favorece una toma de decisiones basada en evidencia, fortaleciendo la capacidad del estudiante para interpretar información compleja, modelar procesos productivos y optimizar resultados mediante enfoques cuantitativos, lo que contribuye a consolidar competencias digitales críticas, mejorar la capacidad analítica y reducir la brecha tecnológica entre la academia y el entorno productivo.

3. Creación de Laboratorios Integrados Universidad-Industria (*Learning Labs*): Concebidos como espacios prácticos que replican entornos productivos reales mediante simulación y experimentación en ámbitos como manufactura esbelta, calidad digital, mejora continua, automatización y sostenibilidad, con participación conjunta de docentes y profesionales del sector industrial y evaluación centrada en el desempeño.

4. Esta estrategia surge como respuesta a las limitaciones de los laboratorios tradicionales, frecuentemente orientados a demostraciones técnicas de baja complejidad, proponiendo en su lugar entornos de aprendizaje experiencial que permitan al estudiante enfrentarse a condiciones operativas similares a las del mundo laboral, incluyendo restricciones de tiempo, recursos y calidad.

El enfoque de aprender haciendo facilita la comprensión de las interdependencias entre variables productivas, fortalece la capacidad de diagnóstico y mejora continua, y favorece la internalización de competencias operativas y organizacionales. La participación de profesionales externos aporta actualización técnica y aproximación a la cultura organizacional industrial, mientras que la evaluación por desempeño permite generar evidencias auténticas del aprendizaje, garantizando una preparación práctica más sólida y fortaleciendo la cooperación universidad–empresa.

5. Implementación de Seminarios STEAM y Gestión Sistémica: Orientados a integrar conocimientos de ingeniería, gestión empresarial, ciencias sociales, ética y sostenibilidad mediante el análisis de estudios de caso interdisciplinarios, con énfasis en el desarrollo de liderazgo, comunicación y toma de decisiones estratégicas. Esta estrategia reconoce que la práctica profesional del ingeniero industrial contemporáneo trasciende el dominio técnico e involucra competencias de gestión, negociación, responsabilidad social y comprensión de la complejidad organizacional. La integración de saberes técnicos, sociales y éticos favorece la formación de profesionales con visión holística, capaces de analizar problemas complejos desde múltiples dimensiones y de generar soluciones eficientes, socialmente pertinentes y ambientalmente sostenibles. Asimismo, el análisis de casos interdisciplinarios promueve el razonamiento crítico, la argumentación fundamentada y la toma de decisiones estratégicas, fortaleciendo la comunicación interdisciplinaria, el liderazgo y la responsabilidad profesional.

Por otro lado, la internacionalización de la formación profesional exige incorporar dispositivos pedagógicos que permitan a los estudiantes comprender la diversidad de contextos productivos, culturales y tecnológicos que caracterizan la actividad industrial contemporánea. En este sentido, la incorporación de estrategias transculturales se orienta a desarrollar una perspectiva global del ejercicio profesional, favoreciendo la comprensión comparada de modelos organizacionales, la interacción intercultural y la

integración de estándares internacionales en la formación universitaria.

6. Estudios de caso comparados internacionales: La exploración sistemática de casos provenientes de Europa, el Caribe y América Latina permite identificar variaciones en niveles de digitalización, marcos regulatorios, estrategias de gestión y dinámicas organizacionales, superando la visión limitada que suele derivarse de una formación centrada exclusivamente en el contexto local. Desde una perspectiva pedagógica, la comparación entre modelos favorece procesos de razonamiento analítico, ya que implica evaluar ventajas, limitaciones y condiciones de aplicabilidad de distintas soluciones tecnológicas u organizativas. Este ejercicio fortalece la capacidad de transferencia contextualizada del conocimiento y promueve una comprensión estratégica de tendencias globales tales como la automatización, la sostenibilidad o la integración de sistemas productivos.
7. Proyectos colaborativos virtuales internacionales (COIL): La implementación de proyectos académicos desarrollados conjuntamente con estudiantes de instituciones extranjeras mediante plataformas digitales de trabajo colaborativo permite recrear condiciones propias del trabajo distribuido, actualmente predominante en múltiples sectores productivos. La interacción sostenida en estos entornos favorece el desarrollo simultáneo de competencias comunicativas interculturales, dominio funcional del inglés técnico y habilidades de coordinación en equipos remotos. Asimismo, el uso intensivo de herramientas digitales compartidas consolida competencias tecnológicas transversales, mientras que la necesidad de negociar decisiones y resolver problemas en contextos culturales diversos fortalece capacidades sociales y organizacionales esenciales para el desempeño profesional en escenarios internacionales.
8. Módulo de ética, sostenibilidad y responsabilidad social: La formación profesional contemporánea demanda igualmente una incorporación explícita de dimensiones éticas, ambientales y sociales en el proceso educativo. La integración curricular de marcos internacionales relacionados con sostenibilidad, producción limpia, economía circular y responsabilidad social empresarial responde a la creciente necesidad de formar ingenieros capaces de evaluar el impacto global de las decisiones tecnológicas. Este enfoque favorece la construcción de una práctica profesional orientada no solo a la eficiencia técnica, sino también a la responsabilidad social y ambiental.

La reflexión sistemática sobre el uso de recursos, la equidad social y la sostenibilidad productiva promueve el desarrollo de criterios éticos sólidos, al tiempo que facilita la alineación de la formación universitaria con estándares internacionales y con las exigencias de organizaciones que incorporan la sostenibilidad como eje estratégico.

9. Movilidad académica y prácticas profesionales binacionales o híbridas: La relevancia de las experiencias directas de internacionalización, las cuales constituyen uno de los mecanismos más efectivos para el desarrollo de competencias interculturales y profesionales. La participación en intercambios académicos, prácticas profesionales en organizaciones extranjeras o programas híbridos de movilidad permite al estudiante enfrentarse a metodologías, tecnologías y culturas organizacionales diferentes, ampliando su capacidad de adaptación y resolución de problemas en contextos desconocidos. Estas experiencias contribuyen significativamente a la madurez profesional, al fortalecimiento de la autonomía y a la transferencia de buenas prácticas tecnológicas.
10. La incorporación de modalidades académicas virtuales e híbridas posibilita, además, ampliar el acceso a estos procesos de internacionalización, reduciendo restricciones económicas y logísticas y favoreciendo una internacionalización curricular más inclusiva y sostenible.
11. Ruta de aprendizaje flexible para la formación de ingenieros industriales: Orientada a personalizar el proceso educativo según los distintos ritmos, niveles y perfiles estudiantiles. El modelo parte de un diagnóstico inicial que permite definir objetivos comunes y adaptar el aprendizaje individual, apoyándose en plataformas virtuales para monitorear el progreso y ofrecer retroalimentación continua, con el fin de lograr una formación más inclusiva y efectiva sin comprometer los resultados académicos esperados.

Estrategias didácticas

1. Trayectorias diferenciadas de aprendizaje: La figura 1 describe una ruta de aprendizaje flexible para la formación de ingenieros industriales, orientada a personalizar el proceso educativo según los distintos ritmos, niveles y perfiles estudiantiles.

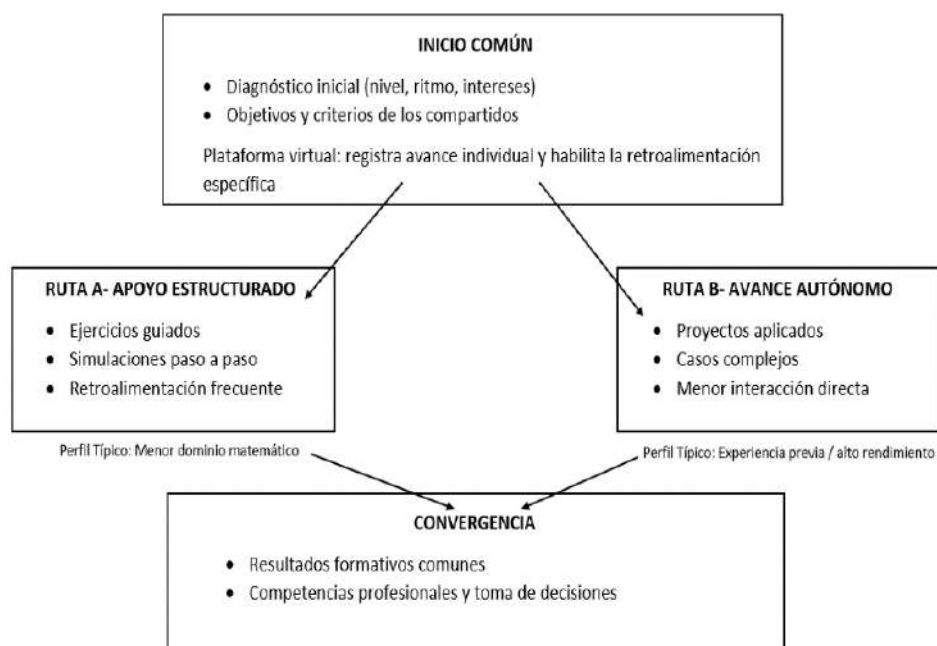


Figura 1. Modelo de rutas de aprendizaje flexibles con convergencia en competencias formativas. Fuente: elaboración propia

2. A partir de esta base común, el modelo propuesto responde a distintos niveles de dominio previo. Por un lado, se plantea una ruta de apoyo estructurado, centrada en actividades guiadas, simulaciones progresivas y acompañamiento docente frecuente, orientada a estudiantes que requieren consolidar competencias fundamentales.
3. Por otro lado, se propone una ruta de avance autónomo, basada en proyectos aplicados y resolución de casos complejos, dirigida a estudiantes con mayor experiencia o rendimiento, favoreciendo el desarrollo de autonomía y pensamiento aplicado.
4. Ambas trayectorias convergen en resultados formativos comunes, garantizando la adquisición de competencias profesionales equivalentes y el fortalecimiento de la capacidad de toma de decisiones.

Evaluación formativa continua y auténtica: Como propuesta de evaluación formativa se incorpora un sistema de evaluativo continuo y auténtico (Parmigiani *et al.*, 2024; Vlachopoulos, 2024) orientado a garantizar la coherencia entre los procesos de enseñanza, aprendizaje y verificación de competencias. Este enfoque prioriza la utilización de portafolios digitales sustentados en evidencias verificables del desempeño estudiantil, permitiendo documentar de manera progresiva la construcción del apren

5. diseño y facilitar una retroalimentación formativa sistemática. Complementariamente, la evaluación basada en proyectos reales se estructura mediante hitos evaluativos intermedios que permiten monitorear el avance del estudiante, identificar dificultades oportunamente y fortalecer la articulación entre teoría y práctica. El uso de rúbricas analíticas explícitas contribuye a objetivar los criterios de evaluación, transparentar las expectativas de desempeño y favorecer procesos evaluativos consistentes con estándares profesionales.

De manera articulada, las estrategias promueven la autorregulación del aprendizaje mediante mecanismos de retroalimentación orientados no solo a los resultados, sino también a los procesos cognitivos y estratégicos implicados en la resolución de tareas. La socialización temprana de rúbricas analíticas, junto con la incorporación sistemática de autoevaluaciones guiadas, permite que los estudiantes desarrollen mayor conciencia metacognitiva y capacidad de gestión autónoma de su progreso académico. El empleo de analíticas de medición y la evaluación integral basada en datos fortalece la toma de decisiones pedagógicas y el desarrollo sostenible de competencias profesionales.

Conclusiones

Con la propuesta realizada se incorporan ejes transversales e interdisciplinarios que tienen por objetivo el fortalecimiento y articulación entre la formación académica de la carrera Ingeniería Industrial y las demandas reales de la industria. La integración de asignaturas básicas, con enfoque aplicado a los procesos industriales, permite la consolidación de las bases científicas sobre las cuales se cimentan las competencias digitales especializadas. Esta integración se perfecciona a partir del modelo de integración universidad-empresa-sociedad, promoviendo las prácticas profesionales y los proyectos reales, garantizándose una formación atemperada y contextualizada al entorno laboral paraguayo e internacional. En este sentido, la articulación sistemática entre formación académica, desarrollo de competencias digitales e interacción con el sector productivo no solo contribuye a mejorar la pertinencia curricular, sino que también favorece la formación de profesionales con capacidad de adaptación a entornos tecnológicos dinámicos y a escenarios industriales en constante transformación.

La incorporación de estrategias interdisciplinarias, metodologías activas y mecanismos de evaluación auténtica permite consolidar un modelo formativo orientado al desarrollo

integral de competencias técnicas, analíticas y transversales, fortaleciendo la autonomía profesional, el pensamiento sistémico y la toma de decisiones basada en evidencia.

La propuesta educativa no se limita a la actualización de contenidos, sino que configura un marco estructural para la innovación pedagógica sostenible, alineado con los principios de la educación superior contemporánea y con las exigencias de la transformación digital industrial. Es por ello que, la consolidación de un modelo formativo pertinente en el contexto de la Industria 4.0 exige una articulación sistémica entre Estado, universidad y sector productivo, sustentada en políticas públicas orientadas a la innovación, la transferencia tecnológica y el fortalecimiento del capital humano avanzado. Por ende, el Estado y industria deben colaborar estratégicamente para fortalecer la articulación entre formación académica y desarrollo productivo.

Referencias bibliográficas

Basilotta-Gómez-Pablos, A., Peciuliauskienė, P., Kulaksız, Ö., y Toran, M. (2022). How does technology challenge teacher education? *International Journal of Educational Technology in Higher Education*, 19(1), 64

<https://link.springer.com/article/10.1186/S41239-022-00375-1>

Chankseliani, M., y McCowan, T. (2022). Higher education and the sustainable development goals. *Higher Education*, 81, 1–8.

<https://link.springer.com/article/10.1007/s10734-020-00652-w>

Chans, G. M., Valle-Arce, A. P., Salas-Maxemín, S., Caratozzolo, P., y Camacho-Zúñiga, C. (2025). Exploring transversal competencies in engineering students through international experiences. *Frontiers in Education*, 9: 1457796.

<https://doi.org/10.3389/feduc.2024.1457796>

Cruz, F. (2024). Desafíos de la educación superior en Paraguay: Un análisis de las políticas actuales. *Revista Científica en Ciencias Sociales*, 6, e601205.

<https://doi.org/10.53732/rccsociales/e601205>

Esteche, E., Gerhard, Y., y Ecurra, M. (2023). Vinculación universidad-empresa para desarrollar innovación: Caso de una universidad privada y emprendedores de la ciudad de Encarnación. *Estrategia y Gestión Universitaria*, 11(2), 86–109.

<https://doi.org/10.5281/zenodo.8147331>

- Feng, X., Ylirisku, S., Kähkönen, E., Niemi, H., y Hölttä-Otto, K. (2023). Multidisciplinary education through faculty members' conceptualisations of and experiences in engineering education. *European Journal of Engineering Education*, 48(4), 707–723. <https://doi.org/10.1080/03043797.2023.2185126>
- Fleitas Triana, S., Villar Ledo, L., Blanco-González, J., Suárez Fernández, P., Peñalver Galan, MG y Rodríguez Acosta, J. (2026). Gestión de prácticas en Ingeniería Industrial para mejorar la integración de los sistemas de producción y las relaciones universidad-empresa. En: Santos Fuentefria, A., et al. Avances en Ciencias Técnicas y Arquitectura. Apuntes de Redes y Sistemas, 1499: 769–780. Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-031-96157-1_57
- García, L., y Díaz, M. (2024). Resiliencia pedagógica y comunicativa ante la industria 4.0 en la educación superior en traducción e interpretación del siglo XXI. *Education and Information Technologies*, 29, 23495–23515. <https://doi.org/10.1007/s10639-024-12751-7>
- González, L. I., y Ramírez, M. S. (2022). Components of Education 4.0 in 21st century skills frameworks: Systematic review. *Sustainability*, 14(3), 1493. <https://doi.org/10.3390/su14031493>
- Haq, M., et al. (2024). Industrial engineering needs a revolution to become effective and sustainable in Industry 4.0. *Engineering Proceedings*, 114(1), 8. <https://doi.org/10.3390/engproc2025114008>
- Jackson, D., Y Bridgstock, R. (2021). What actually works to enhance graduate employability? The relative value of curricular, co-curricular, and extra-curricular learning and paid work. *Higher Education*, 81, 1341–1360. <https://link.springer.com/article/10.1007/s10734-020-00570-x>
- Khan, IM, Edwards, E., Ianicelli, BM, Ahmed, W., Hardey, M., & Eremionkhale, G. (2025). University-industry collaboration for academic success and employability: a connectivist perspective. *Studies in Higher Education*, 1-21. <https://doi.org/10.1080/03075079.2025.2545606>
- Lopes Martínez, I., Cuesta Santos, A., Vilalta Alonso, J., Fleitas Triana, M. S., Delgado Fernández, T., Neumann, G., y Cruz Ruíz, A. (2022). Creando capacidades: Hacia la Industria 5.0 en la formación de ingenieros industriales. *Revista Cubana de Administración Pública y Empresarial*, 6(2), e230. <https://doi.org/10.5281/zenodo.6817718>

- Miao, H., Guo, R. y Ming, L. (2025). The influence of research self-efficacy and learning engagement on academic performance: A social cognitive perspective. *Front. Psychol.* 16: 1562354 <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2025.1562354>
- Ming, X., van der Veen, J., y MacLeod, M. (2024). Competencies in interdisciplinary engineering education: Constructing perspectives on interdisciplinarity in a Q-sort study. *European Journal of Engineering Education*, 50(2), 406–427. <https://doi.org/10.1080/03043797.2024.2397419>
- Msafiri, M., Kangwa, D., y Cai, L. (2023). A systematic literature review of ICT integration in secondary education. *Discover Education*, 2(1). <https://doi.org/10.1007/s44217-023-00070-x>
- Parmigiani, D., Nicchia, E., Murgia, E. e Ingersoll, M. (2024). Formative assessment in higher education: An exploratory study within programs for professionals in education. *Frontiers in Education*. 9: 1366215. <https://doi.org/10.3389/feduc.2024.1366215>
- Rico, M., y Fielden, L. V. (2020). Intercultural communication in engineering studies: A key competence in global labour markets. *European Journal of Engineering Education*, 45(6), 833–853. <https://doi.org/10.1080/03043797.2019.1654980>
- Rikala, P., Braun, G., Järvinen, M., Stahre, J., y Hämäläinen, R. (2024). Understanding and measuring skill gaps in Industry 4.0: A review. *Technological Forecasting and Social Change*, 201, 123206. <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2024.123206>
- Romero-Gázquez, J. L., Cañavate-Cruzado, G., y Bueno-Delgado, M. V. (2022). IN4WOOD: A successful European training action of Industry 4.0 for academia and business. *IEEE Transactions on Education*, 65(2), 200–209. <https://doi.org/10.1109/TE.2021.3111696>
- Valiente Bermejo, M. A., Eynian, M., Malmsköld, L., y Scotti, A. (2021). University–industry collaboration in curriculum design and delivery: A model and its application in manufacturing engineering courses. *Industry and Higher Education*, 36(5), 615–622. <https://journals.sagepub.com/doi/abs/10.1177/09504222211064204>
- Vlachopoulos, D. & Makri, A. (2024). A systematic literature review on authentic assessment in higher education: Best practices for the development of 21st century skills, and policy considerations. *Studies in Educational Evaluation*. *Studies in Educational Evaluation*, 83, 101425. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0191491X24001044>

Estrategias curriculares innovadoras para la formación del ingeniero industrial en Paraguay

Wang, K., Li, B., Tian, T., Zakuan, N. y Rani, P. (2023). Evaluate the drivers for digital transformation in higher education institutions in the era of Industry 4.0. *Journal of Innovation & Knowledge*, 8(3), 100364.

<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2444569X23000604>

Wibowo, AH., Mohamad B., Djatmika y Santosa. R. (2024). Designing and assessing experiential learning pedagogy for an intercultural communicative competence training module: a quasi-experimental study. *Front. Educ.* 9.

<https://doi.org/10.3389/feduc.2024.1470209>

Conflicto de intereses

No existen conflictos de intereses entre los autores ni con ninguna otra entidad u organización.

Contribución de autoría

Frank Cruz: Conceptualización; Curación de datos; Adquisición de fondos (Esta investigación fue cofinanciada por el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología [CONACYT] con recursos del FEEI, Paraguay); Investigación; Metodología; Administración del proyecto; Recursos; Supervisión; Validación; Redacción y Edición. **Sonia Fleitas:** Curación de datos; Recursos; Validación; Redacción y Edición. **Financiamiento:** Esta Investigación fue cofinanciada por el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT) con recursos del FEEI, Paraguay.

Autores

Frank Cruz Ortega. Doctor en Ciencias, Investigador, Escuela de Posgrado, Universidad Americana, Paraguay.

María Sonia Fleitas Triana. Doctor en Ciencias. Facultad de Ingeniería Industrial, Universidad Tecnológica de La Habana "José Antonio Echeverría", CUJAE, Cuba
Autor para la correspondencia: frank.cruz@americana.edu.py

