

Aprendizaje basado en proyectos con enfoque Industria 4.0 y sostenibilidad para el desarrollo de competencias en formulación de proyectos y cadena de suministro

DOI: 10.58299/utp.263.c916



Autores

Beatriz Aguilar Romero

Benemérita Universidad Autónoma de Puebla
Facultad de Ingeniería
Puebla, México
beatriz.aguilar@correo.buap.mx
<https://orcid.org/0000-0001-6457-7106>

Diana Barrón Villaverde

Benemérita Universidad Autónoma de Puebla
Facultad de Ingeniería
Puebla, México
diana.barron@correo.buap.mx
<https://orcid.org/0000-0003-2329-362X>

Karina Martínez Morales

Benemérita Universidad Autónoma de Puebla
Facultad de Ingeniería
Puebla, México
karina.martinezm@correo.buap.mx
<https://orcid.org/0000-0003-3198-2601>

Francisco Javier Méndez Ramírez

Benemérita Universidad Autónoma de Puebla
Facultad de Ingeniería
Puebla, México
javier.mendezram@correo.buap.mx
<https://orcid.org/0009-0008-7133-9956>

José David Herrerías González

Benemérita Universidad Autónoma de Puebla
Facultad de Ingeniería
Puebla, México
jose.herreriasg@alumno.buap.mx
<https://orcid.org/0009-0004-6902-7401>

Aprendizaje basado en proyectos con enfoque Industria 4.0 y sostenibilidad para el desarrollo de competencias en formulación de proyectos y cadena de suministro.

Project-based learning with an Industry 4.0 and sustainability focus for the development of skills in project formulation and supply chain.

Resumen

Este capítulo presenta una experiencia docente que combina el Aprendizaje Basado en Proyectos (ABP) con tecnologías de la Industria 4.0, incorporando criterios de sostenibilidad y alineación con los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS). La propuesta se aplicó en las asignaturas de Formulación de Proyectos y Cadena de Suministro, donde los estudiantes desarrollaron soluciones para sectores productivos mediante automatización, análisis de datos y trazabilidad digital en entornos simulados. La metodología fortaleció competencias técnicas, estratégicas y de responsabilidad social, formando ingenieros capaces de liderar transformaciones digitales sostenibles. En la línea temática Innovación y transformación digital en la educación superior, los resultados evidencian mejoras en eficiencia y reducción de costos, demostrando que la integración del ABP y la Industria 4.0 potencia la formación de profesionales preparados para enfrentar los desafíos de la sostenibilidad y la digitalización.

Palabras clave: aprendizaje basado en proyectos; industria 4.0; sostenibilidad.

Abstract

This chapter presents a teaching experience that combines Project-Based Learning (PBL) with Industry 4.0 technologies, incorporating sustainability competences and alignment with the Sustainable Development Goals (SDGs). The approach was implemented in the courses Project Formulation and Supply Chain, where students developed solutions for productive sectors through automation, data competences, and digital traceability in simulated environments. The methodology strengthened technical, strategic, and social responsibility competences, shaping engineers capable of leading sustainable digital transformations. Within the thematic line of Innovation and Digital Transformation in Higher Education, the results demonstrate improvements in efficiency and cost reduction, showing that the integration of PBL and Industry 4.0 enhances the training of professionals equipped to meet the challenges of sustainability and digitalization.

Keywords: project-based learning; industry 4.0; sustainability.

Introducción

La transformación digital impulsada por la Industria 4.0 ha generado un cambio sin precedentes en los sistemas productivos y de servicios. La integración de tecnologías como IoT, inteligencia artificial, Big Data, automatización y sistemas ciberfísicos está redefiniendo tanto los procesos de producción como las competencias necesarias en los profesionales (Iskandar et al., 2023; Macías-Suárez et al., 2023). Esto obliga a las universidades a actualizar sus planes de estudio, promoviendo un aprendizaje pertinente, responsable y alineado con los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS).

En ingeniería, este reto implica diseñar experiencias formativas que vinculen teoría y práctica en escenarios reales o simulados. Lavado-Anguera et al. (2024) señalan que formar ingenieros en la era digital requiere un enfoque activo y centrado en el estudiante, capaz de fomentar la resolución de problemas, el trabajo colaborativo y la adaptación a contextos productivos cambiantes. En este sentido, el Aprendizaje Basado en Proyectos (ABP) ha mostrado ser una estrategia idónea para abordar desafíos auténticos y desarrollar soluciones viables.

Diversos estudios refuerzan que combinar ABP con la Industria 4.0 potencia competencias técnicas y transversales. Ulloa-Duque (2020) evidencia cómo proyectos con automatización y análisis de datos mejoran la motivación estudiantil y la preparación profesional. Asimismo, las learning factories reproducen entornos industriales reales, favoreciendo una inmersión práctica y la incorporación de criterios de sostenibilidad en las soluciones (Tekkaya et al., 2017).

En este marco, el presente trabajo documenta una experiencia docente en las asignaturas de Formulación de Proyectos y Cadena de Suministro. La propuesta integra ABP, metodologías ágiles y análisis de datos con un enfoque Industria 4.0, aplicados a sectores como la industria alimenticia, automotriz y los servicios logísticos, alineando las soluciones con la sostenibilidad y los ODS. El objetivo principal es evidenciar cómo esta

metodología favorece un aprendizaje aplicado y replicable, formando ingenieros capaces de enfrentar los retos actuales con innovación y responsabilidad social.

Industria 4.0 y sus implicaciones en la formación en ingeniería

La Industria 4.0 constituye una revolución industrial que integra tecnologías digitales, físicas y biológicas, transformando el diseño, producción y consumo de bienes y servicios. Sus principales habilitadores son el Internet de las Cosas (IoT), el Big Data, la inteligencia artificial, la robótica avanzada, la realidad aumentada y los sistemas ciberfísicos (Ulloa-Duque, 2020). Esta convergencia tecnológica genera un cambio de paradigma, donde la información y la conectividad son recursos estratégicos para la innovación y la mejora continua (Macías-Suárez et al., 2023).

En educación, este panorama exige formar profesionales que dominen estas herramientas y sepan integrarlas en soluciones sostenibles. Esto implica abandonar modelos centrados en la transmisión pasiva hacia metodologías activas que promuevan participación, pensamiento crítico y colaboración (Iskandar et al., 2023).

En México y América Latina, la adopción enfrenta retos específicos. Según Martínez et al. (2022), gran parte de las empresas aún se encuentran en etapas iniciales de digitalización. Este rezago representa una oportunidad para que las universidades actúen como catalizadoras, formando egresados capaces de liderar procesos en sectores estratégicos como automotriz, alimenticio, logístico y de servicios.

La transformación digital no se limita a la tecnología; requiere cambios culturales y organizativos. Muchas empresas mexicanas afrontan barreras como resistencia al cambio, carencia de capacitación y escasa integración de estrategias digitales (Álvarez-Aros et al., 2024). Por ello, la digitalización debe concebirse como un proceso integral que fomente innovación continua y rediseño organizacional.

En este contexto, la universidad asume un papel clave. Más allá de transmitir conocimientos técnicos, debe formar profesionales críticos y éticos, capaces de evaluar tecnologías emergentes, liderar equipos multidisciplinarios y proponer soluciones adaptadas al entorno cultural y económico. Metodologías activas como el Aprendizaje Basado en Proyectos (ABP) facilitan esta formación al recrear escenarios industriales reales.

Un aspecto esencial es integrar la sostenibilidad en cada etapa. La Industria 4.0, aplicada con responsabilidad, ofrece medios para optimizar recursos, reducir desperdicios y mejorar trazabilidad, pero depende de que los profesionales actúen con criterios sociales y ambientales. Así, las universidades no solo impulsan avances tecnológicos, sino que garantizan que estos se alineen con los ODS y con un modelo de desarrollo inclusivo y responsable.

Aprendizaje Basado en Proyectos (ABP) en ingeniería

Una metodología activa y centrada en el estudiante que busca la adquisición de conocimientos y el desarrollo de habilidades mediante la resolución de problemas reales o simulados, materializados en proyectos complejos y significativos es el Aprendizaje Basado en Proyectos (ABP). A diferencia de los métodos tradicionales, el ABP fomenta que los estudiantes asuman un papel protagónico en su proceso formativo, mientras que el docente actúa como facilitador, orientador y evaluador del proceso, asegurando la pertinencia y la calidad de las actividades desarrolladas (Lavado-Anguera et al., 2024).

En el contexto de la ingeniería, el ABP favorece la integración entre los fundamentos teóricos y su aplicación práctica, fortaleciendo la motivación y la participación activa del alumnado. De acuerdo con Ramírez de Dampierre et al. (2024), esta metodología permite que los estudiantes desarrollen competencias técnicas, como el análisis y la gestión de datos, el diseño de procesos y la evaluación de resultados, así como competencias transversales, entre ellas el liderazgo, la comunicación efectiva, la gestión del tiempo y el pensamiento crítico. Dichas competencias son fundamentales para desenvolverse en

entornos productivos caracterizados por la complejidad, la incertidumbre y la constante innovación tecnológica.

Un rasgo distintivo del ABP en la formación de ingenieros es su carácter interdisciplinario. Los retos de la ingeniería rara vez se circunscriben a un único campo del conocimiento; por ello, el ABP fomenta la colaboración entre áreas como mecánica, electrónica, informática, automatización y gestión industrial. Esta interacción entre disciplinas refleja la dinámica de los entornos laborales contemporáneos y prepara a los estudiantes para integrarse con éxito en equipos multidisciplinares, una competencia cada vez más valorada por la industria global (Rico et al., 2018).

Asimismo, el ABP ofrece un marco idóneo para integrar criterios de sostenibilidad y alineación con los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS). Al diseñar y desarrollar proyectos, los estudiantes pueden incluir indicadores ambientales, sociales y económicos en la toma de decisiones, considerando el impacto a largo plazo de sus propuestas. Por ejemplo, en el ODS 12 sobre producción y consumo responsables, un proyecto de ingeniería puede incorporar el uso eficiente de recursos, la reducción de residuos o la optimización de la cadena de suministro para minimizar su huella ambiental (ONU, 2015). Esta integración no solo fortalece el aprendizaje técnico, sino que también fomenta la formación de profesionales con una visión ética y de responsabilidad social, preparados para liderar procesos de innovación sostenible.

Luego entonces, el ABP en ingeniería no se limita a ser una metodología didáctica, sino que constituye una estrategia formativa integral que vincula la teoría con la práctica, promueve la interdisciplinariedad y potencia la formación de competencias técnicas, blandas y éticas. Su correcta implementación contribuye a que los egresados respondan de forma creativa y efectiva a los desafíos tecnológicos y socioambientales que plantea la Industria 4.0.

Sinergia entre ABP, Industria 4.0 y sostenibilidad

La integración del Aprendizaje Basado en Proyectos (ABP) con los principios y tecnologías de la Industria 4.0 genera un entorno de aprendizaje altamente contextualizado,

donde la teoría se materializa en experiencias cercanas al funcionamiento real de los sistemas productivos. En este marco, los estudiantes no solo elaboran un proyecto académico, sino que lo desarrollan incorporando herramientas que actualmente son parte de la industria, tales como simuladores de procesos, plataformas colaborativas en la nube, análisis de datos en tiempo real y sistemas de trazabilidad digital (Ulloa-Duque, 2020). Esta aproximación les permite interactuar con los mismos recursos que utilizarán en el ejercicio profesional, reduciendo la brecha entre formación universitaria y exigencias del mercado laboral.

Esta sinergia ofrece beneficios clave para la formación en ingeniería. En primer lugar, garantiza pertinencia y actualidad, ya que el uso de tecnologías propias de la Industria 4.0 asegura que las competencias adquiridas estén alineadas con las demandas presentes y futuras del sector productivo. En segundo lugar, fortalece el aprendizaje experiencial y significativo, dado que la manipulación directa de herramientas tecnológicas facilita la comprensión de conceptos complejos y promueve la retención del conocimiento. Finalmente, favorece la transferencia de conocimientos, pues los estudiantes adquieren experiencia en entornos simulados que replican condiciones reales, lo que facilita aplicar las mismas metodologías y soluciones en escenarios laborales auténticos.

En este contexto, el concepto de learning factory cobra especial relevancia. Abele et al. (2019) definen estas fábricas de aprendizaje como entornos educativos que reproducen de forma controlada las condiciones y procesos de una planta industrial, con el objetivo de desarrollar competencias técnicas, de gestión y de innovación. Dichos espacios ofrecen la oportunidad de experimentar con tecnologías emergentes como IoT, robótica colaborativa, sistemas de visión artificial y automatización de cadenas de suministro, al tiempo que se fortalecen habilidades blandas esenciales como liderazgo, trabajo en equipo y resolución de problemas complejos.

Un aspecto distintivo de esta integración es la posibilidad de incorporar criterios de sostenibilidad y alineación con los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS). Proyectos que utilizan ABP e Industria 4.0 pueden incluir métricas para evaluar eficiencia energética,

reducción de desperdicios, minimización de la huella de carbono y optimización del uso de recursos (ONU, 2015). Esto fomenta que las soluciones desarrolladas no solo sean técnicamente viables y económicamente rentables, sino también socialmente responsables y ambientalmente sostenibles.

Por ello que es la sinergia entre ABP, Industria 4.0 y sostenibilidad responde a la necesidad urgente de formar ingenieros capaces de liderar procesos de transformación digital en sectores productivos de alto impacto. Esta combinación prepara a los estudiantes para comprender cómo las tecnologías emergentes influyen simultáneamente en la eficiencia, la competitividad y la responsabilidad socioambiental de las organizaciones, generando un valor tangible tanto para la academia como para la industria.

Método

La experiencia educativa se desarrolló con un enfoque cualitativo-descriptivo y aplicado, orientado a analizar el impacto de integrar el Aprendizaje Basado en Proyectos (ABP) con principios de la Industria 4.0 en la formación de ingenieros. El diseño se centró en entornos de aprendizaje que simulan condiciones reales de la industria, con énfasis en competencias técnicas y transversales vinculadas a los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS), particularmente producción y consumo responsables (ODS 12) y trabajo decente y crecimiento económico (ODS 8).

El contexto de aplicación fueron las asignaturas de Formulación de Proyectos y Cadena de Suministro, con 62 estudiantes de licenciatura distribuidos en dos grupos. La implementación se organizó en tres fases: (1) diagnóstico y sensibilización mediante recursos digitales y casos de estudio; (2) desarrollo de proyectos donde los equipos diseñaron soluciones con análisis de datos, modelado y simulación; y (3) presentación de resultados a través de reportes y prototipos virtuales.

La recolección de información incluyó observación participante, análisis documental y encuestas de percepción tipo Likert, mientras que el análisis combinó categorización

temática y estadística descriptiva. Se garantizó la participación voluntaria, la confidencialidad y un ambiente de respeto y colaboración, asegurando que la experiencia contribuyera tanto al aprendizaje individual como al fortalecimiento colectivo en innovación y sostenibilidad.

Implementación

La propuesta se aplicó en las asignaturas de Formulación de Proyectos y Cadena de Suministro, con 62 estudiantes de ingeniería organizados en equipos colaborativos. Los proyectos se enfocaron en problemáticas cercanas a la industria alimenticia, automotriz y de servicios logísticos, vinculando teoría y práctica en contextos relevantes.

En una primera fase, se introdujeron los principios de la Industria 4.0 y los ODS, sensibilizando sobre la necesidad de soluciones que combinen eficiencia, sostenibilidad e innovación social. Posteriormente, los equipos realizaron un diagnóstico de procesos, identificando áreas de mejora mediante herramientas digitales accesibles como Miro, Google Sheets y Trello.

La etapa de diseño requirió integrar habilitadores de Industria 4.0, como automatización, análisis de datos o trazabilidad digital. Algunos proyectos simulaban sensores en cadenas de frío y otros modelos predictivos de inventarios. Estas propuestas se probaron en entornos simulados, con indicadores de eficiencia, costos y sostenibilidad.

Los equipos presentaron sus resultados en reportes y exposiciones. Se documentaron mejoras simuladas de hasta 15 % en eficiencia y reducciones de costos del 10 %, además de disminución estimada de residuos. La experiencia cerró con una evaluación integral de competencias técnicas, transversales y éticas, evidenciando que incluso con recursos limitados es posible articular metodologías activas, tecnologías accesibles y sostenibilidad para formar ingenieros capaces de liderar transformaciones digitales responsables.

Conclusión

La experiencia demuestra que integrar Aprendizaje Basado en Proyectos (ABP) con tecnologías de la Industria 4.0 es una estrategia efectiva para formar ingenieros en la universidad. La aplicación en Formulación de Proyectos y Cadena de Suministro permitió vincular teoría con problemáticas simuladas de sectores clave, favoreciendo el desarrollo de competencias técnicas, transversales y éticas.

Los resultados evidencian que, aun con recursos limitados, los estudiantes aplicaron automatización, análisis de datos y trazabilidad digital para proponer soluciones sostenibles. Además, el trabajo colaborativo fortaleció su capacidad de comunicación, liderazgo y toma de decisiones.

La práctica confirma que las metodologías activas aumentan la motivación y el compromiso estudiantil, y que la incorporación de criterios de sostenibilidad y ODS fomenta la formación de profesionales con visión ética y social. En síntesis, se trata de una experiencia replicable y escalable, capaz de preparar egresados para liderar transformaciones digitales sostenibles con impacto tecnológico, social y ambiental.

Referencias

- Abele, E., Metternich, J., Tisch, M., Chrystolouris, G., Sihn, W., ElMaraghy, H., Hummel, V., & Ranz, F. (2019). Learning factories for research, education, and training. *Procedia Manufacturing*, 32, 1–6. <https://doi.org/10.1016/j.procir.2015.02.187>
- Iskandar, Siahaan, M. D. L., Fachrid Wadly, & Raimon Efendi. (2023). Developing Project Based Learning Case Studie Model To Improving Learner Skill On Industry Revolution 4.0. *International Journal Of Computer Sciences and Mathematics Engineering*, 2(2), 100–108. <https://doi.org/10.61306/ijecom.v2i2.27>
- Álvarez-Aros, E. L., Castillo-Martínez, J. A., & Moreno, M. A. (2024). Industria 4.0 e innovación educativa: antecedentes y tendencias futuras de las competencias tecnológicas. *Revista Iberoamericana Para La Investigación Y El Desarrollo Educativo*, 15(29), 1-23. <https://doi.org/10.23913/ride.v15i29.2062>
- Martínez, A., Santos-Corral, M.J., Gortari, R., Carrillo, J., García, A., Amaro, M., Álvarez, M. D., Aguilar, R., Lopategui, M., Isiordia, P.C., Rodríguez-Carvajal, R., Micheli, J., Arriola, E., Peñalva, L., de León, S., & Ríos, R. (2022). *Oportunidades y retos para la adopción de la industria 4.0 en México* (Primera Edición). Plaza y Valdés S. A. de C.V. https://www.researchgate.net/publication/364091856_Oportunidades_y_retos_para_la_adopcion_de_la_industria_40_en_Mexico
- Macías-Suárez, P. T., Pilacuan-Bonete, L. M., & Ugalde-Vicuña, J. W. (2023). El desafío de la Industria 4.0 en la educación superior de ingeniería industrial: Una revisión sistemática de la literatura. *RECIAMUC*, 7(2), 317–327. [https://doi.org/10.26820/reciamuc/7.\(2\).abril.2023.305-327](https://doi.org/10.26820/reciamuc/7.(2).abril.2023.305-327)
- Lavado-Anguera, S., Velasco-Quintana, P.J., & Terrón-López, M.J. (2024). Project-based learning (PBL) as an experiential pedagogical methodology in engineering education: A review of the literature. *Education Sciences*, 14(6), 1-20. <https://doi.org/10.3390/educsci14060617>
- Organización de las Naciones Unidas. (2015). Transformar nuestro mundo: la Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible. Naciones Unidas. <https://sdgs.un.org/es/goals>
- Rico, B. A., Garay, L. I., & Ruiz, E. F. (2018). Implementación del aprendizaje basado en proyectos como herramienta en asignaturas de ingeniería aplicada. *Revista Iberoamericana Para La Investigación Y El Desarrollo Educativo*, 9(17), 20-57. <https://doi.org/10.23913/ride.v9i17.372>

Ramírez de Dampierre, M., Gaya-López, M. C., & Lara-Bercial, P. J. (2024). Evaluation of the implementation of project-based learning in engineering programs: A review of the literature. *Education Sciences*, 14(10), 1-10.
<https://doi.org/10.3390/educsci14101107>

Ulloa-Duque, G. S., Torres -Mansur, S. M., & López-Piñón, D. C. (2020). Industria 4.0 en la educación superior. *Vinculatégica EFAN*, 6(2), 1348–1357.
<https://doi.org/10.29105/vtga6.2-585>

Certificado de evaluación

La Editorial UTP, con Registro Nacional de Instituciones y Empresas Científicas y Tecnológicas, por la Secretaría de Ciencia, Humanidades, Tecnología e Innovación (SECIHTI) en México; **indexada en catálogos de calidad internacional**. Que, teniendo como **base fundamental el desarrollo del potencial humano**, es líder en el desarrollo y divulgación de producción científica, tecnológica y educativa con altos estándares de calidad en contextos locales, nacionales e internacionales, a través de publicaciones de artículos en revistas, libros, capítulos de libros, recursos educativos, conferencias y congresos.

CERTIFICA

Que el capítulo de libro titulado **“Aprendizaje basado en proyectos con enfoque Industria 4.0 y sostenibilidad para el desarrollo de competencias en formulación de proyectos y cadena de suministro”** presentado por los autores Beatriz Aguilar Romero, Diana Barrón Villaverde, Karina Martínez Morales, Francisco Javier Méndez Ramírez y José David Herrerías González ha sido sometido a un exhaustivo proceso de arbitraje por pares académicos, a través de criterios establecidos para investigaciones de alta calidad, siendo dictaminado como producto de investigación científica, tecnológica y/o educativa de alta calidad. Su publicación en el libro titulado **“Investigación y experiencias de enseñanza-aprendizaje en ingeniería: hacia una educación más activa y significativa”** estará disponible a partir del 9 de diciembre de 2025 en la Biblioteca digital de la Universidad Tecnocientífica del Pacífico.

Se extiende el presente certificado, a los 10 días del mes de noviembre del año 2025.

Transformando con Ciencias
 Tepic, Nayarit; México



Dra. Ana Luisa Estrada Esquivel
 Directora de la Editorial UTP
 Universidad Tecnocientífica del Pacífico



César Alejandro González Guzmán
 Coordinador de la Editorial UTP
 Universidad Tecnocientífica del Pacífico



Calle 20 de Noviembre, 75 Pte. Col. Mololoa. Tepic, Nayarit, México. C.P. 63050
<https://editorial-utp.com.mx>. Correo electrónico: editorial_utp@tecnocientifica.com.mx. Teléfono: 311 101 01 03