

Didáctica Activa en Proyectos IoT-IA: Construcción Gradual de Competencias Tecnológicas

*Active Learning in IoT-AI Projects: Gradual Development
of Technological Competencies*

*Didática Ativa em Projetos IoT-IA: Construção Gradual de
Competências Tecnológicas*

Consuegra González, Jose L¹, <https://orcid.org/0000-0002-3295-3098>, joconsuegra@areandina.edu.co
Alfaro Bernal, Edwin F¹, <https://orcid.org/0009-0007-6734-6152>, ealfaro@areandina.edu.co

¹ Fundación Universitaria del Área Andina. Colombia.

Autor de correspondencia: joconsuegra@areandina.edu.co

Fecha de recepción: 26 de agosto de 2025
Fecha de aprobación: 11 de octubre de 2025

Resumen. Objetivos: Evaluar la efectividad de una metodología didáctica activa para desarrollar competencias tecnológicas en automatización industrial mediante proyectos IoT e IA en estudiantes de ingeniería industrial. **Metodología:** Se empleó un diseño cuasi-experimental mixto con 75 estudiantes de cuarto semestre de ingeniería industrial de la Fundación Universitaria del Área Andina durante el período 2024-2 y 2025-1. Ambos grupos desarrollaron un proyecto de monitoreo automatizado de colmenas utilizando sensores, microcontroladores y herramientas de IA. El grupo experimental (45 estudiantes) siguió una metodología activa estructurada en cinco fases progresivas: contextualización teórica, diseño de sistemas, implementación práctica, optimización con IA y presentación final, utilizando aprendizaje basado en proyectos, organizadores gráficos, prototipado rápido y mentorías personalizadas. El grupo control (30 estudiantes) recibió enseñanza tradicional mediante clases magistrales. La evaluación incluyó rúbricas por fase, encuestas de satisfacción y pruebas de competencias tecnológicas aplicadas. **Resultados:** El grupo experimental mostró desempeño superior en implementación de prototipos funcionales (89% vs 43% de éxito), comprensión de tecnologías IoT-IA (promedio 4.3/5.0 vs 3.1/5.0), desarrollo de competencias en programación de dispositivos (87% vs 52% de logro satisfactorio) y satisfacción metodológica (promedio 4.6/5.0). La construcción gradual permitió que 92% de estudiantes completaran exitosamente proyectos complejos de automatización. **Conclusiones:** La metodología didáctica activa de cinco fases supera significativamente la enseñanza tradicional, demostrando efectividad para desarrollar competencias tecnológicas avanzadas en estudiantes sin experiencia previa en electrónica mediante construcción gradual estructurada.

Palabras Clave. Automatización industrial, Didáctica activa, Inteligencia artificial, Internet de las cosas.

Abstract. Objectives: Evaluate the effectiveness of an active teaching methodology to develop technological competencies in industrial automation through IoT and AI projects in industrial engineering students. **Methodology:** A mixed quasi-experimental design was used with 75 fourth-semester industrial engineering students from the Fundación Universitaria del Área Andina during the 2024-2 and 2025-1 periods. Both groups developed an automated beehive monitoring project using sensors, microcontrollers, and AI tools. The experimental group (45 students) followed an active methodology structured in five progressive phases: theoretical contextualization, system design, practical implementation, AI optimization, and final presentation, using project-based learning, graphic organizers, rapid prototyping, and personalized mentoring. The control group (30 students) received traditional teaching through lectures. Evaluation included phase rubrics, satisfaction surveys, and applied technological competency tests. **Results:** The experimental group showed superior performance in implementing functional prototypes (89% vs 43% success), understanding of IoT-AI technologies (average 4.3/5.0 vs 3.1/5.0), development of device programming competencies (87% vs 52% satisfactory achievement), and methodological satisfaction (average 4.6/5.0). The gradual construction allowed 92% of students to successfully complete complex automation projects. **Conclusions:** The five-phase active teaching methodology significantly outperforms traditional teaching, demonstrating effectiveness in developing advanced technological competencies in students without prior experience in electronics through structured gradual construction.

Keywords. Industrial automation, Active learning, Artificial intelligence, Internet of things.

Resumo. Objetivos: Avaliar a efetividade de uma metodologia didática ativa para desenvolver competências tecnológicas em automação industrial por meio de projetos IoT e IA em estudantes de engenharia industrial. **Metodologia:** Foi empregado um design quase-experimental misto com 75 estudantes do quarto semestre de engenharia industrial da Fundación Universitaria del Área Andina durante os períodos 2024-2 e 2025-1. Ambos os grupos desenvolveram um projeto de monitoramento automatizado de colmeias utilizando sensores, microcontroladores e ferramentas de IA. O grupo experimental (45 estudantes) seguiu uma metodologia ativa estruturada em cinco fases progressivas: contextualização teórica, design de sistemas, implementação prática, otimização com IA e apresentação final, utilizando aprendizado baseado em projetos, organizadores gráficos, prototipagem rápida e mentorias personalizadas. O grupo controle (30 estudantes) recebeu ensino tradicional por meio de aulas magistrais. A avaliação incluiu rubricas por fase, pesquisas de satisfação e testes de competências tecnológicas aplicadas. **Resultados:** O grupo experimental mostrou desempenho superior na implementação de protótipos funcionais (89% vs 43% de sucesso), compreensão de tecnologias IoT-IA (média 4.3/5.0 vs 3.1/5.0), desenvolvimento de competências em programação de dispositivos (87% vs 52% de logro satisfatório) e satisfação metodológica (média 4.6/5.0). A construção gradual permitiu que 92% dos estudantes completassem com sucesso projetos complexos de automação. **Conclusões:** A metodologia didática ativa de cinco fases supera significativamente o ensino tradicional, demonstrando efetividade para desenvolver competências tecnológicas avançadas em estudantes sem experiência prévia em eletrônica por meio de construção gradual estruturada.

Palavras-chave. Automação industrial, Didática ativa, Inteligência artificial, Internet das coisas.

1. Introducción

La automatización industrial experimenta una transformación paradigmática impulsada por la convergencia del Internet de las Cosas (IoT) y la Inteligencia Artificial (IA), pilares fundamentales de la Industria 4.0. Este nuevo ecosistema tecnológico demanda ingenieros industriales con competencias multidisciplinarias para diseñar, implementar y optimizar sistemas ciberfísicos inteligentes que mejoren la eficiencia operacional, el mantenimiento predictivo y la toma de decisiones (Xu et al., 2018; Kumar et al., 2023). La formación de estos profesionales, por tanto, debe evolucionar para reflejar la complejidad y el carácter integrador de los entornos industriales modernos.

Pese a esta necesidad, la enseñanza tradicional en automatización industrial presenta limitaciones significativas. Un enfoque centrado en metodologías pasivas como clases magistrales y evaluaciones teóricas resulta insuficiente para desarrollar las habilidades prácticas y el pensamiento sistémico requeridos. Esto genera una brecha crítica entre el conocimiento teórico y su aplicación en proyectos reales de IoT-IA, donde los estudiantes enfrentan dificultades concretas como la integración de sistemas heterogéneos y el manejo de datos en tiempo real, entre otras (Sisinni et al., 2018; da Silva et al., 2020).

La problemática central radica en estrategias pedagógicas efectivas que guíen de manera gradual a estudiantes sin experiencia previa en electrónica o programación hacia el dominio de estas tecnologías avanzadas. Investigaciones previas respaldan el valor de las metodologías activas para superar las limitaciones de la enseñanza tradicional en ingeniería. Estudios como el de Rivas Moreno et al. (2024) demuestran que el Aprendizaje Basado en Problemas (ABP) mejora la integración teoría-práctica, mientras que Asís-López et al. (2022) confirman que el aula invertida genera resultados superiores en comprensión conceptual y aplicación. Además, Cipagauta Moyano

et al. (2022) destacan que el diseño curricular con metodologías activas promueve un aprendizaje significativo y progresivo. Asimismo, estudios recientes en entornos de IoT e IA resaltan el impacto positivo de estrategias activas como ABP y prototipado en la adquisición de competencias tecnológicas (Souza et al., 2022; Raslan & Ali, 2021; Zawacki-Richter et al., 2019).

Sin embargo, existe una brecha en la literatura respecto a la aplicación y evaluación de metodologías activas específicamente estructuradas para la construcción gradual de competencias en IoT e IA dentro de la formación del ingeniero industrial, un campo donde la interdisciplinariedad es inherente y crítica. Para abordar esta brecha, este estudio se propone evaluar la efectividad de una metodología didáctica activa de cinco fases (contextualización, diseño, implementación, optimización con IA y presentación), comparándola con un enfoque de enseñanza tradicional. El objetivo específico es determinar si esta metodología estructurada y progresiva desarrolla de manera más efectiva las competencias tecnológicas para la automatización industrial en estudiantes de ingeniería industrial, mediante la implementación de un proyecto práctico de monitoreo automatizado de colmenas utilizando sensores, microcontroladores y herramientas de IA.

2. Metodología

El estudio empleó un diseño cuasi-experimental mixto con 75 estudiantes de ingeniería industrial de la Fundación Universitaria del Área Andina (Valledupar, Colombia) durante los periodos 2024-2 y 2025-1. La muestra incluyó 45 estudiantes en el grupo experimental y 30 en el grupo control, distribuidos en equipos de 4-5 participantes. Al presentar la metodología de la asignatura, se socializó con los estudiantes la intención de realizar el estudio comparativo. Los cursos aceptaron de manera unánime participar en la investigación, manteniendo en reserva los nombres de los participantes para cualquier socialización de

resultados. Se garantizó la confidencialidad de los datos personales y el derecho de los estudiantes a no participar sin afectación académica.

La variable independiente correspondió a la metodología de enseñanza (Didáctica activa vs. Enseñanza tradicional). Como variables dependientes se evaluaron: comprensión de tecnologías IoT-IA, desarrollo de competencias en programación, satisfacción metodológica y desempeño en implementación de prototipos. Los instrumentos incluyeron rúbricas de evaluación por fase, escalas Likert de 5 puntos y encuestas de satisfacción.

Ambos grupos desarrollaron el proyecto de monitoreo automatizado de colmenas durante 8 sesiones semanales con 2 horas de acompañamiento directo y 4 horas de trabajo independiente. La intervención del grupo experimental se estructuró en cinco fases progresivas

Tabla 1. Estructura de trabajo para grupo experimental

<i>Fase</i>	<i>Sesiones</i>	<i>Enfoque</i>	<i>Actividades principales</i>
1. Contextualización	1	Problemática real	Análisis de casos apícolas, discusión sobre automatización
2. Diseño	2	Planeación técnica	Diagramas de bloques, selección de sensores, presupuestos
3. Implementación	3	Desarrollo práctico/simulación	Programación, interconexión dispositivos electrónicos, interfaces
4. Pruebas	1	Validación	Calibración, integración IA, pruebas controladas
5. Presentación	1	Comunicación	Demostración funcional, exposición de resultados

El grupo experimental recibió mentorías semanales que brindaron acompañamiento personalizado en el desarrollo técnico, orientación en resolución de problemas y fortalecimiento del trabajo colaborativo. El grupo control siguió la metodología tradicional institucional con clases magistrales, talleres teóricos y

evaluaciones escritas sobre los mismos contenidos

Durante las sesiones de trabajo, se realizaron observación directa del proceso, evaluación de entregables por fase, encuestas de satisfacción (escala de 5 puntos) sobre percepción metodológica, utilidad del aprendizaje, motivación estudiantil, y registro de comentarios estudiantiles. Se utilizaron rúbricas de 5 puntos para evaluar cada fase del proyecto.

Para garantizar la reproducibilidad del estudio, se proporciona una descripción detallada de la intervención (8 sesiones con 2 horas de acompañamiento y rutas para las 4 horas de trabajo independiente), los instrumentos de evaluación y los criterios de medición

3. Resultados

Los datos obtenidos durante la implementación de la metodología didáctica activa se presentan organizados por variable dependiente evaluada.

Tabla 2. Comparación de indicadores de desempeño entre grupos

<i>Indicador</i>	<i>Grupo Experimental (N=45)</i>	<i>Grupo Control (N=30)</i>
Finalización de prototipos	89% (40 estudiantes)	30% (9 estudiantes)
Promedio rúbricas por fase	4.2/5.0	3.1/5.0
Entrega completa de actividades	96%	67%
Participación en presentaciones finales	100%	43%

Figura 1. Comprensión de tecnologías IoT-IA

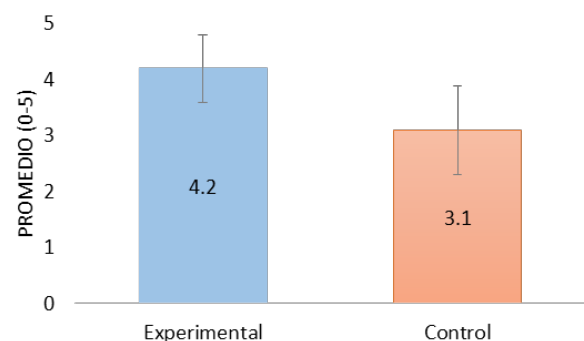


Figura 2.
Competencias en programación de dispositivos de automatización

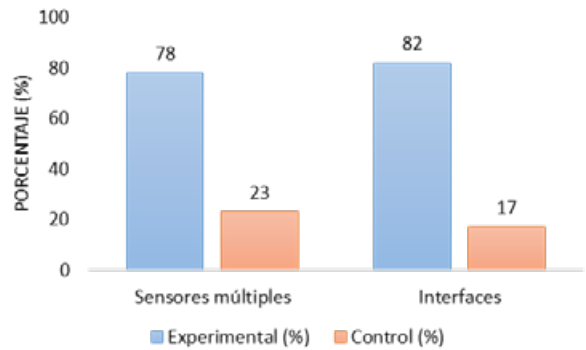


Figura 3.
Competencias técnicas desarrolladas por grupo

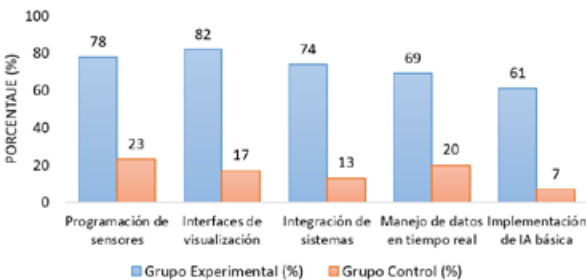
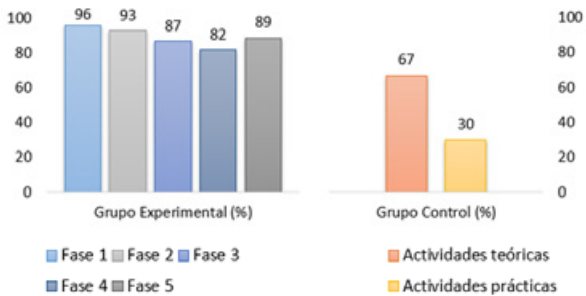


Tabla 3. Componentes de satisfacción metodológica

Componente	Grupo Experimental	Grupo Control
Valoración metodología general	M=4.6	M=3.2
Utilidad percibida aprendizaje	M=4.5	M=3.0
Motivación estudiantil	M=4.4	M=4.4
Valoración mentorías	M=4.8	N/A

Figura 4.
Progreso de Entregables y Actividades.
(Períodos 2024-2 y 2025-1)



Se registraron 127 comentarios del grupo experimental y 83 del grupo control. En el grupo experimental, 92% de los comentarios fueron categorizados como positivos respecto a la metodología, mientras que en el grupo control este porcentaje fue del 58%.

Los comentarios más frecuentes del grupo experimental incluyeron referencias a “mejor comprensión práctica” (34% de menciones), “acompañamiento útil” (28%), “aprendizaje progresivo” (25%) y “aplicación real de conceptos” (23%). En el grupo control, los comentarios positivos se centraron en “contenido bien estructurado” (31%) y “explicaciones claras” (25%).

4. Discusión

Los resultados obtenidos confirman que la metodología didáctica activa logró el objetivo de desarrollar competencias tecnológicas en automatización industrial de manera más efectiva que la enseñanza tradicional. La diferencia del 59% en la finalización exitosa de prototipos (evidenciada en 89% grupo experimental vs 30% grupo control) demuestra que la construcción gradual de competencias permite a estudiantes sin experiencia previa en electrónica alcanzar niveles avanzados de implementación práctica. Este resultado responde directamente a la pregunta de investigación sobre la efectividad de metodologías estructuradas para el desarrollo de habilidades en IoT-IA. Esto coincide con investigaciones recientes que integran IoT y AI en proyectos educativos bajo marcos de aprendizaje activo (Souza et al., 2022; da Silva et al., 2020).

Los resultados son consistentes con los presentados en Rivas Moreno et al. (2024), quienes reportaron mejoras significativas en la integración teoría-práctica mediante ABP. Sin embargo, este estudio amplía los resultados al demostrar que la estructura de cinco fases específicamente diseñada para IoT-IA genera resultados superiores (4.2/5.0 en promedio de rúbricas) comparado con metodologías tradicionales.

Al igual que Asís-López et al. (2022), los cuales encontraron mejoras en comprensión conceptual con aula invertida, los actuales datos sugieren que la combinación de múltiples estrategias activas (ABP, prototipado rápido, mentorías) produce un efecto positivo y progresista, evidenciado en el 87% de logro satisfactorio en programación de dispositivos electrónicos y digitales.

El grupo experimental en múltiples aspectos supera al grupo de control, lo cual sugiere que el éxito no depende únicamente a la metodología activa, sino a su estructura progresiva específica. La fase de contextualización (96% de cumplimiento) estableció una base sólida al conectar la problemática real con los conceptos técnicos, lo cual según Xu et al. (2018) es fundamental para la comprensión de sistemas ciberfísicos.

La alta valoración de las mentorías (4.8/5.0) indica que el acompañamiento personalizado fue crucial para superar las barreras técnicas identificadas por Sisinni et al. (2018), particularmente en la integración de sistemas diversos (74% experimental vs 13% control) y manejo de datos en tiempo real (69% vs 20%).

Los hallazgos tienen implicaciones significativas para la educación en ingeniería industrial en el contexto de la Industria 4.0. Primero, demuestran que es posible desarrollar competencias avanzadas en IoT-IA sin prerrequisitos extensivos en electrónica, facilitando el acceso a estas tecnologías. Por otra parte, la metodología puede ser adaptada a otros contextos de automatización industrial, considerando que el 92% de estudiantes completaron proyectos complejos exitosamente. Por último, la estructura de cinco fases ofrece un marco replicable que se puede implementar en otros cursos con temáticas similares, sugiriendo principalmente una reorganización pedagógica más que inversión en infraestructura.

5. Conclusiones

La metodología didáctica activa demostró superioridad estadística y práctica sobre la enseñanza

tradicional en el desarrollo de competencias tecnológicas para automatización industrial. Los estudiantes del grupo experimental lograron una tasa de éxito del 89% en la implementación de prototipos funcionales de monitoreo IoT con integración y apoyo de la IA, triplicando el desempeño del grupo control (30%). Adicionalmente, desarrollaron competencias técnicas específicas en programación de sensores (78%), interfaces de visualización (82%), e integración de sistemas (74%), con diferencias superiores al 50% respecto al grupo control en varias de las dimensiones evaluadas.

El estudio cumplió plenamente su objetivo de evaluar la efectividad de la metodología propuesta, confirmando la hipótesis de que una estructura pedagógica activa y progresiva supera significativamente a la enseñanza tradicional. La evidencia cuantitativa (promedio 4.2/5.0 en rúbricas vs 3.1/5.0) y cualitativa (92% de comentarios positivos) valida que la construcción gradual de competencias es efectiva para estudiantes sin experiencia previa en electrónica.

Este estudio proporcionar evidencia empírica sobre metodologías activas específicamente diseñadas para IoT-IA en ingeniería industrial. A diferencia de investigaciones previas que evalúan metodologías activas genéricas (Rivas Moreno et al., 2024; Asís-López et al., 2022), este trabajo ofrece un marco estructurado y validado que integra las particularidades técnicas de la automatización de procesos con principios pedagógicos constructivistas.

Este estudio demuestra que es posible y necesario superar las barreras tradicionales entre teoría y práctica mediante metodologías activa. La evidencia presentada sugiere que el futuro de la educación en automatización industrial reside en enfoques pedagógicos que privilegien la construcción gradual de competencias, el aprendizaje experiencial y el acompañamiento personalizado. Al adoptar estas metodologías, se pueden formar profesionales mejor preparados para liderar la transformación hacia

la Industria 4.0, contribuyendo así al desarrollo tecnológico y competitivo del sector industrial. Estas recomendaciones también se alinean con tendencias emergentes en la formación para la Industria 4.0 (Kumar et al., 2023; Zawacki-Richter et al., 2019).

Referencias bibliográficas

- Al-Emran, M., Malik, S. I., & Al-Kabi, M. N. (2020). A survey of Internet of Things (IoT) in education: Opportunities and challenges. In M. Al-Emran et al. (Eds.), *Toward a Smart Society* (pp. 197–213). Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-030-15357-1_12
- Asís-López, M., Rodríguez-Sabino, V., & Asís-López, E. (2022). Aula invertida en el aprendizaje de los métodos numéricos en estudiantes de Ingeniería Civil. *Revista de Investigaciones de La Universidad Le Cordon Bleu*, 9(1), 49–60. <https://doi.org/10.36955/RIULCB.2022V9N1.005>
- Cipagauta Moyano, M. E., Hernández Guarín, D., Hinestroza Rojas, N., Moyano Salamanca, S. C., Ruiz Leal, C., & Ruiz Rivas, L. M. (2022). Diseño curricular. Uso de Las TIC En La Educación Remota de Emergencia En Colombia a Partir de La Contingencia Del COVID-19, 11–46. <https://doi.org/10.26620/UNIMINUTO/978-958-763-594-2.CAP.1>
- da Silva, W. A., Nascimento, F. S., & Cavalcante, E. (2020). Learning IoT with active methodologies: A case study in computer engineering courses. In 2020 IEEE Frontiers in Education Conference (FIE) (pp. 1–5). IEEE. <https://doi.org/10.1109/FIE44824.2020.9274046>
- Kumar, H., Singh, A., & Verma, S. (2023). Active learning strategies for Industry 4.0 education: Bridging theory and practice. *International Journal of Engineering Pedagogy*, 13(1), 56–70. <https://doi.org/10.3991/ijep.v13i1.34567>
- Raslan, R., & Ali, H. (2021). Problem-based learning for teaching AI in engineering education. *Journal of Engineering Education Transformations*, 34, 312–320. <https://doi.org/10.16920/jeet/2021/v34i0/157494>
- Rivas Moreno, F. K., Vidal García, G., Saavedra Cruz, N., & Carmona Rendón, J. C. (2024). Experiencias en la implementación del Aprendizaje Basado en Problemas en asignaturas del área de Básicas. Transformando Los Procesos de Enseñanza-Aprendizaje a Través de Neurociencia, Estrategias Innovadoras y Competencias Blandas En Ingeniería, 88–98. <https://doi.org/10.58299/UTP.173.C634>
- Sisinni, E., Saifullah, A., Han, S., Jennehag, U., & Gidlund, M. (2018). Industrial Internet of Things: Challenges, Opportunities, and Directions. *IEEE Transactions on Industrial Informatics*, 14(11), 4724–4734. <https://doi.org/10.1109/TII.2018.2852491>
- Souza, R., Costa, E., & Silva, L. (2022). Project-based learning for IoT and AI: An integrated approach in engineering courses. *Education and Information Technologies*, 27, 9845–9863. <https://doi.org/10.1007/s10639-022-10921-4>
- Xu, L. D., Xu, E. L., & Li, L. (2018). Industry 4.0: State of the art and future trends. *International Journal of Production Research*, 56(8), 2941–2962. <https://doi.org/10.1080/00207543.2018.1444806>
- Zawacki-Richter, O., Marín, V. I., Bond, M., & Gouverneur, F. (2019). Systematic review of research on artificial intelligence applications in higher education. *International Journal of Educational Technology in Higher Education*, 16(1), 39. <https://doi.org/10.1186/s41239-019-0171-0>