

Prototipado de sistema automatizado de ensacado para el fortalecimiento de competencia en los bachilleres técnicos

Prototyping of an automated bagging system to strengthen the skills of technical high school graduates

Segundo Gustavo Cuenca Lozano¹ sgcuenca@ube.edu.ec <https://orcid.org/0009-0004-3941-198X>

Wellington Isaac Maliza Cruz² wimalizac@ube.edu.ec <https://orcid.org/0009-0005-1426-583X>

Resumen

El problema detectado señala que existe una brecha entre la formación académica sobre el uso de la tecnología y las exigencias reales de la automatización industrial que se requieren en el campo laboral, sumando a la limitada infraestructura física para la instalación, conexiones eléctricas y otros elementos clave que se requieren para fortalecer las competencias técnicas. El objetivo del presente artículo fue diseñar un prototipo de sistemas automatizado de ensacado para el fortalecimiento de competencia en los bachilleres técnicos, en el área de informática. En la metodología La investigación tuvo un enfoque mixto, el componente cualitativo buscó conocer las percepciones y experiencias de los docentes en el uso de tecnologías de automatización y lo cuantitativo determinó la tendencia de los estudiantes frente a la práctica para mejorar los conocimientos técnicos. La investigación por la manipulación de las variables fue experimental; por la fuente de información fue documental y por la profundidad fue diagnóstica. Se aplicaron las técnicas de la encuesta y entrevista, los instrumentos aplicados el cuestionario para los estudiantes y la guía entrevista semiestructurada para docentes. La muestra lo conformaron 60 estudiantes matriculados en bachillerato técnico y seis docentes del área técnica. La muestra fue no probabilística intencional. En los resultados se observó que existe la necesidad de planificar más horas de práctica para fortalecer el proceso formativo de los estudiantes y se debe vincular la teoría

¹ Universidad Bolivariana del Ecuador, Ecuador

² Universidad Bolivariana del Ecuador, Ecuador

con la práctica. En conclusión, el prototipado confirmó la necesidad de implementar un sistema de ensacado como parte de la práctica formativa.

Abstract

The identified problem indicates that there is a gap between academic training on the use of technology and the actual demands of industrial automation required in the labor field, compounded by the limited physical infrastructure for installation, electrical connections, and other key elements needed to strengthen technical competencies. The objective of this article was to design a prototype of an automated bagging system to strengthen the competencies of technical high school graduates in the field of computer science. In the methodology, the research had a mixed approach; the qualitative component sought to understand the perceptions and experiences of teachers in the use of automation technologies, while the quantitative component determined the trend of students regarding the practice to improve technical knowledge. The research, due to the manipulation of variables, was experimental; the source of information was documentary, and the depth was diagnostic. The techniques of the survey and interview were applied, with the instruments being the questionnaire for students and the semi-structured interview guide for teachers. The sample consisted of 60 students enrolled in technical high school and six teachers from the technical area. The sample was intentionally non-probabilistic. The results showed that there is a need to plan more practice hours to strengthen the students' training process and that theory should be linked with practice. In conclusion, the prototyping confirmed the need to implement a bagging system as part of the training practice.

Palabras clave: Prototipado, bachillerato técnico, competencias técnicas

Keywords: Prototyping, technical high school, technical skills

Introducción

La Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura UNESCO, en la educación, la transformación digital forma parte de la planificación educativa y de los sistemas productivos que influyen directamente el perfil de las habilidades y competencias que se requieren

en los diversos entornos laborales, en los que se incluyen las industrias contemporáneas en sus maquinarias y otros equipos de trabajo (UNESCO, 2026).

En este mismo marco, las plantas automatizadas que cuentan con Industria 4.0 demandan operadores capaces de interactuar con sistemas ciberfísicos que permiten agilizar los procesos, redes industriales interactivas, interfaces humano-máquina que dan paso a ejecutar acciones de manera rápida y eficiente (Pérez, 2024). Sumando a lo anterior, el uso de sensores inteligentes, con plataformas de supervisión automatizadas, analítica de datos de los procesos industrializados, trazabilidad digital y esquemas de mantenimiento están conectados por tecnologías que se han desarrollado a lo largo de las últimas décadas (Giler, 2021).

Desde el punto de vista educativo, la formación técnica de nivel bachillerato requiere que sus actividades escolares se articulen con competencias digitales (Ramírez et al., 2025), que aprendan a interconectar la digitalización de los procesos operativos con la tecnología, el desarrollo cognitivo y procedimentales aplicadas para lograr la automatización de los procesos (ProyTech, 2026).

Unido a lo anterior, en el análisis de la situación actual de las unidades técnicas educativas ecuatorianas se evidencia una brecha entre la formación académica en el uso de la tecnología en los estudiantes de bachillerato técnico en informática, debido a las exigencias reales de la automatización industrial avanzada. El problema se evidencia en la parte presupuestal para la compra de equipos informáticos, entre ellos laboratorios especializados con tecnología 4.0, además de que no cuenta con la infraestructura física para la instalación, se carece de conexiones eléctricas, así como el mobiliario adecuado para este tipo de tecnología que contribuyan al desarrollo de las habilidades y competencias digitales.

Cabe señalar que, el déficit en el desarrollo de competencias digitales industriales en bachilleres técnicos de informática para programar, operar y evaluar un sistema automatizado de ensacado está relacionado con la carencia de equipos técnicos y tecnológicos en las instituciones educativas. Es importante indicar que se abre una brecha que se observa desde diversas dimensiones, tales como el manejo fragmentado de tecnologías digitales (Candela et al., 2024); también se evidencia la escasa integración entre programación, sensórica, control y supervisión (Sembiring et al., 2024);

asimismo débil comprensión de flujos de datos industriales, que frenan el desarrollo de ambientes de producción inteligente y ponen limitaciones para resolver incidencias en procesos automatizados (Mukul y Büyüközkan, 2023). En este mismo esquema, esta apreciación afirma que la conectividad, interoperabilidad y mejora continua es parte de la educación (Liu et al., 2025), lo que fortalecen las competencias que requiere la industria y la formación técnica.

El problema científico se formula de la siguiente manera: ¿Cómo el diseño de un prototipo de sistemas automatizado de ensacado fortalece las competencias en los bachilleres técnicos?

El tema aplicado al ámbito de la educación técnica de nivel bachillerato, específicamente a estudiantes de la especialidad de informática, se focaliza en el desarrollo de competencias digitales vinculadas a la operación de plantas automatizadas. La delimitación temática es la formación técnica en la educación secundaria, automatización de procesos y requerimientos de ensacado, en la temporalidad 2026 – 2027.

En relación con el proyecto y con las líneas de investigación, el tema se inserta de manera coherente en campos como: innovación educativa en educación técnica. Se debe resaltar el aprendizaje vinculado con la tecnología, informática, habilidades, competencias y experiencias en el desarrollo educativo. La novedad científica de la investigación se localiza en la formulación de un marco formativo especializado que está asociado a las competencias digitales, formación técnica de bachillerato en informática y operación de plantas automatizadas.

En la parte pedagógica, el planteamiento desplaza el eje de la enseñanza desde la transmisión fragmentaria de contenidos hacia la configuración de la práctica para desarrollar las capacidades de actuación en contextos tecnológicos complejos (Al Yaman et al., 2025). La necesidad social se sustenta en la expansión de entornos productivos mediados por automatización avanzada, control distribuido, integración digital de procesos y ecosistemas automatizados (Sukir et al., 2025). Frente a esa transformación resulta insuficiente el dominio declarativo de contenidos teóricos; sino que se requiere de la práctica como es el caso de diseñar e implementar un sistema de ensacado automatizado (Wang et al., 2022). Cabe indicar que la actualidad científica requiere del enfoque en las áreas de informática y la educación digital, Education 4.0, automatización industrial y

Recepción: 01-04-2026 / Revisión: 03-04-2026 / Aprobación: 01-07-2026 / Publicación: 27-07-2026

formación por competencias en entornos tecnológicos avanzados, mientras que los prototipos se los utiliza para actualizar los conocimientos y responder a las propuestas laborales de un mercado que exige el conocimiento de las tecnologías actuales.

Objeto de la investigación.

El objeto de la investigación es: Proceso formativo de competencias técnicas en automatización industrial mediante el prototipado de sistemas automatizados de ensacado.

Objetivo general

Diseñar un prototipo de sistemas automatizado de ensacado para el fortalecimiento de competencia en los bachilleres técnicos, en el área de informática.

Objetivos específicos

Fundamentar teóricamente el desarrollo de competencias técnicas en automatización industrial desde los enfoques de aprendizaje basado en proyectos, aprendizaje experiencial y formación por competencias.

Diagnosticar el nivel de desarrollo de competencias técnicas en automatización industrial de los estudiantes de bachillerato técnico antes de la implementación del prototipo.

Diseñar un prototipo de sistema automatizado de ensacado integrando elementos mecánicos, eléctricos, neumáticos y de control industrial.

Validar, mediante la construcción del prototipo ensacado las competencias técnicas desarrolladas por los estudiantes durante el proceso formativo.

Desarrollo

A nivel mundial, la implementación de la tecnología en las instituciones educativas es continua, incluso se han establecido protocolos urgentes para que los docentes y estudiantes utilicen la tecnología en el proceso de enseñanza, tal como la globalización lo exige (Latorre et al., 2025). En Ecuador, el Gobierno Nacional junto con el Ministerio de Educación ha establecido rutas eficientes para la repotenciación de aproximadamente 2.032 laboratorios de informática, la idea es fortalecer las aulas de clases, incorporando cerca de 40.000 computadoras (MinEduc, 2026).

El diseño del prototipo da valor para el aprendizaje aplicado, considerando la enseñanza hacia la marcha de aprender acerca de la ensacadora, corte grueso, corte fino, mordazas entre otras acciones, es decir que la estructura reúne componentes mecánicos, eléctricos, neumáticos y electrónicos dentro de una secuencia funcional que permite a los estudiantes interpretar diagramas, parametrizar equipos, configurar puntos de corte, ejecutar rutinas de control y verificar condiciones operativas (Zhang et al., 2021).

En este mismo marco, la construcción del sistema automatizado y su operación simulada confirman la viabilidad técnica del componente práctico (Song et al., 2024), desde el proceso de montaje, calibración, programación y prueba generó condiciones favorables para observar desempeño real, registrar evidencias de aprendizaje y valorar el conocimiento técnico y la acción operativa de las máquinas (Chen et al., 2023). Respecto a la experiencia formativa, el estudiante interviene sobre variables concretas, reconoce la lógica interna del proceso y resuelve tareas de control con criterio funcional de los procesos de calibración.

En forma particular, si el sistema de control automático funciona se da inicio a la verificación automática, se debe considerar que no hay intervención manual, sino que el modo automático empieza a sellar las bolsas, verificando los estándares de calidad (Wang et al., 2022). Desde este punto de vista, con el uso de HMI, los aprendientes hacen configuraciones, pueden supervisar y llevar a cabo la administración de sistemas de automatización de manera interactiva, asimismo incorpora varios componentes, entre ellos el controlador lógico programable PLC y otras plataformas digitales (Aswardi et al, 2023). En un proyecto práctico la implementación del kit PLC tiene como finalidad optimizar las competencias y habilidades de los escolares tanto en el ámbitos cognitivo, psicomotor y afectivo, lo que demuestra que la eficiencia se convierte en un valor para mejorar la formación técnica (Sukir y Febriyanto, 2025).

Como parte de los sistemas de control con PLC, los estudiantes requieren aprender a utilizar sensores, y varios componentes como los botones que controlan las máquinas eléctricas, en otras ocasiones los sistemas electro-neumáticos y la iluminación automática (Setyawan et al., 2024). En esta perspectiva académica, el aprendizaje presencial o con simuladores se los considera instrumentos que comunican las ideas y estimula la mente de los estudiantes, despierta el interés y

motivos a prestar atención para aprender de mejor manera (Rahman et al., 2024). Asimismo, el modelo de enseñanza práctico fortalece la formación vocacional, es decir que al realizar entrenamientos simultáneos en diversas plataformas digitales con proyectos sencillos se priorizan los conocimientos que transforman los métodos de enseñanza y se alinean a las demandas laborales del siglo XXI (Song et al., 2024).

En líneas generales, la automatización de procesos de ensacado cuando se implementan sistemas de control basados en PLC, tiene como propuesta que la máquina de ensacado realice sus actividades con precisión del peso, tal es su relevancia que reduce la intervención manual, por tanto, aumenta la eficiencia operativa, específicamente porque todo el sistema integra sensores, los cilindros neumáticos y electroválvulas que se controlan por un PLC y coordina de manera automática el ensacado (Zhang et al., 2021).

Materiales y métodos

Enfoque de la investigación

La investigación adopta un enfoque mixto, con procedimientos cuantitativos y cualitativos, tomando en cuenta que el componente cuantitativo permitirá medir niveles de competencia, frecuencia de uso tecnológico, desempeño en tareas y valoración de dimensiones del uso digital de los bachilleres en informática. El componente cualitativo busca comprender percepciones y experiencias de los docentes en el uso de tecnologías de automatización.

En este mismo marco, la investigación mixta, une los estudios cualitativos y cuantitativos para conocer el alcance de las percepciones y tendencias del mercado (Muñoz, 2024). En este caso, los métodos mixtos permiten conocer los problemas educativos y complementan la medición, interpretación e integración de resultados, con revisiones que destacan la importancia del uso de la tecnología en la Industria de ensacado para los estudiantes de bachillerato técnico en informática.

Tipo de investigación

La investigación por la manipulación de las variables es no experimental, no hubo manipulación de las variables de estudio. Por la fuente de información fue documental reflejada en la revisión de

diferentes bibliografías. De acuerdo con la profundidad, la investigación fue diagnóstica porque identificó las diferentes brechas y necesidades formativas de los bachilleres.

Métodos investigativos

Entre **Análisis-síntesis**. Permitió descomponer las dimensiones técnico-operativas, cognitivas, informacionales y comunicativas. Luego se las integró para conocer las conclusiones de los beneficios para los bachilleres técnicos.

Método inductivo – deductivo: Facilitó el análisis de lo particular del tema a las generalidades del prototipado del ensacado. Mientras que lo deductivo permitió plantear lo general de la investigación hasta lo particular del proyecto.

Modelación. Permitió estructurar la propuesta pedagógica, definiendo las dimensiones, relaciones funcionales, secuencias formativas y criterios de validación del proyecto.

Métodos empíricos

Encuesta: Se recolectó la información sobre las competencias digitales, frecuencia de uso de tecnologías, dificultades, experiencias previas y valoración del proceso formativo.

Entrevista semiestructurada. Permitió profundizar los criterios de docentes acerca de las necesidades formativas, pertinencia curricular y exigencias del entorno automatizado.

Técnicas

Entre las técnicas utilizadas fueron: Encuesta con opciones en la Escala de Likert y entrevista semiestructurada

Instrumento

Los instrumentos fueron: Cuestionario para los estudiantes y la guía entrevista semiestructurada para docentes.

Población y muestra

La población lo conformaron los 120 estudiantes matriculados en bachillerato técnico en informática de la institución seleccionada y seis docentes del área técnica vinculados con automatización, control, electrónica industrial, programación y prácticas de laboratorio.

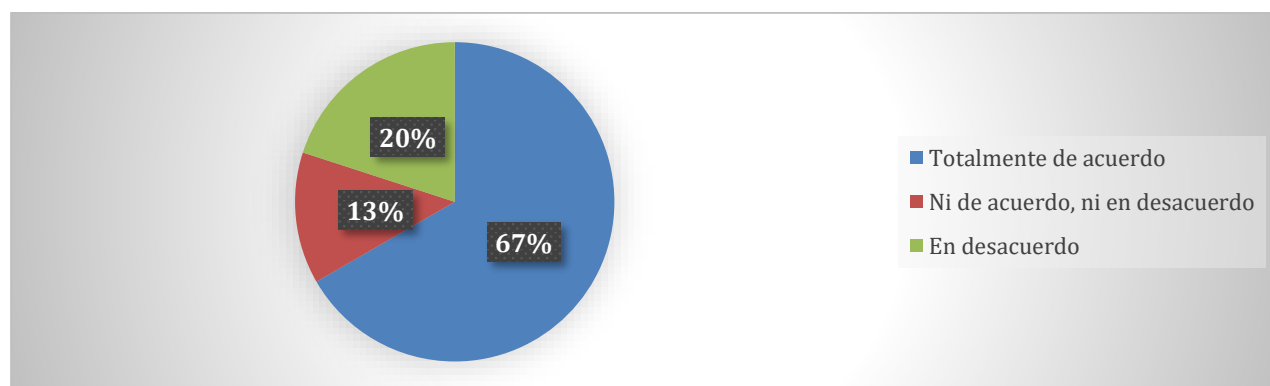
La muestra fue no probabilística intencional, seleccionada con base en criterios de pertinencia académica, disponibilidad de acceso y vinculación directa con el objeto de estudio. En el caso de los estudiantes, se priorizaron 60 estudiantes del paralelo A que reciben formación en informática, control y automatización. En el caso de la entrevista se incluyeron los 6 docentes del área técnica.

Variable independiente: Prototipado de sistema automatizado de ensacado

Variable dependiente: Fortalecimiento de competencia en los bachilleres técnicos

Resultados de la encuesta

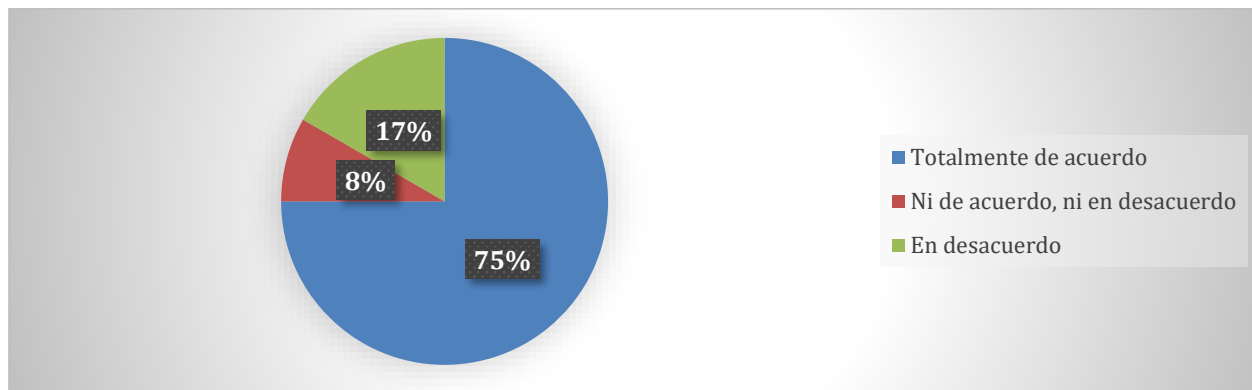
Figura 1 La tecnología automatizada, como sistemas con PLC, fortalece las competencias técnicas en el bachillerato.



En los resultados, 67% de los estudiantes encuestados indicaron que están totalmente de acuerdo en que la tecnología automatizada, como sistemas con PLC, fortalece las competencias técnicas en el bachillerato. Mientras que 20% responden en forma neutral y el resto están en desacuerdo. En este sentido, los sistemas de control basados en PLC deber ser abordado por los docentes para que los estudiantes conozcan sobre la importancia que tienen los sensores y contactores en el funcionamiento de los equipos industriales (Song et al., 2024).

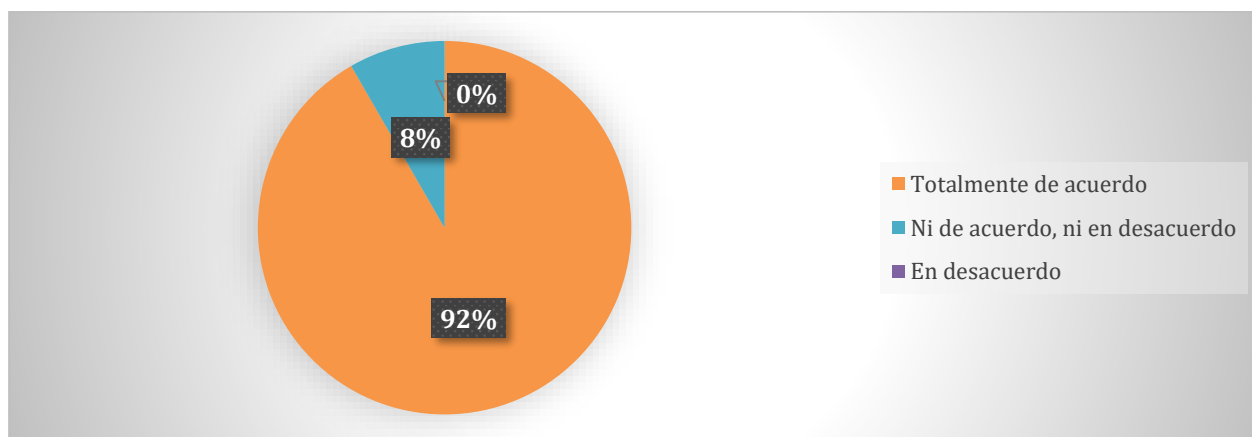
Recepción: 01-04-2026 / Revisión: 03-04-2026 / Aprobación: 01-07-2026 / Publicación: 27-07-2026

Figura 2 Uso de las herramientas tecnológicas para desarrollar actividades prácticas relacionadas con la formación técnica de los bachilleres.



Los resultados indican que 75% de los bachilleres encuestados indicaron que están totalmente de acuerdo en que la tecnología aporta al desarrollo de las actividades alineadas a la formación técnica, mientras que 8% es neutral y 17% están en desacuerdo. Por tanto, el aprendizaje alineado con la automatización de los procesos permite mejorar la calidad del sellado cuando se trata de proyectos que requieren automatización (Wang et al., 2022).

Figura 3 Existen dificultades para comprender el funcionamiento de sistemas automatizados cuando no se aplican mediante prácticas o prototipos.

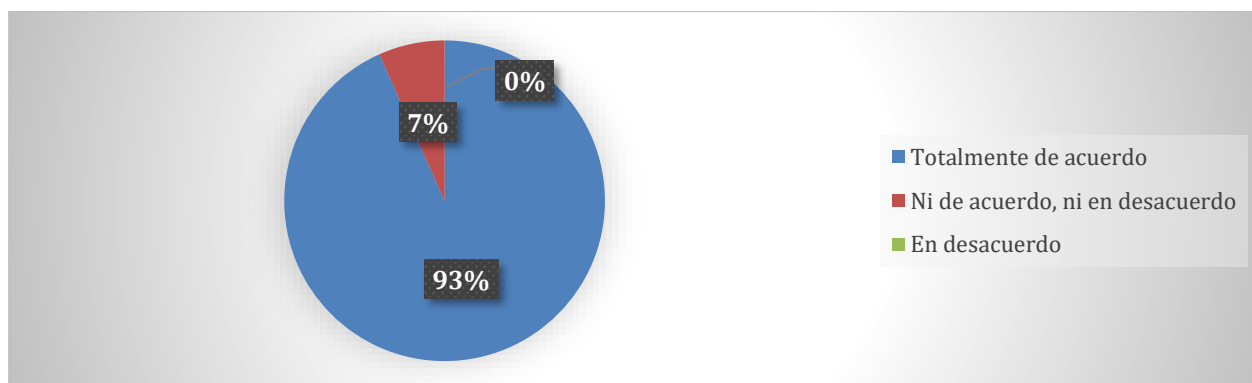


En este marco de los resultados 92% de los encuestados indicaron que tienen dificultades para comprender el funcionamiento de sistemas automatizados cuando no se aplican mediante prácticas o prototipos.

Recepción: 01-04-2026 / Revisión:03-04-2026 / Aprobación: 01-07-2026/ Publicación: 27-07-2026

Se debe resaltar que en la preparación técnica se hace necesario que los estudiantes trabajen directamente con los equipos y maquinarias, en el caso de los elementos que funcionan de manera automática y que se controlan PLC y HMI. Es importante considerar que se debe enseñar el uso del PLC en correspondencia con la precisión, estabilidad y control de los equipos en tiempo real, en el caso del proceso de ensacado se debe tomar en cuenta que los estudiantes deben aprender a trabajar con eficacia y eficiencia (Liu et al., 2025).

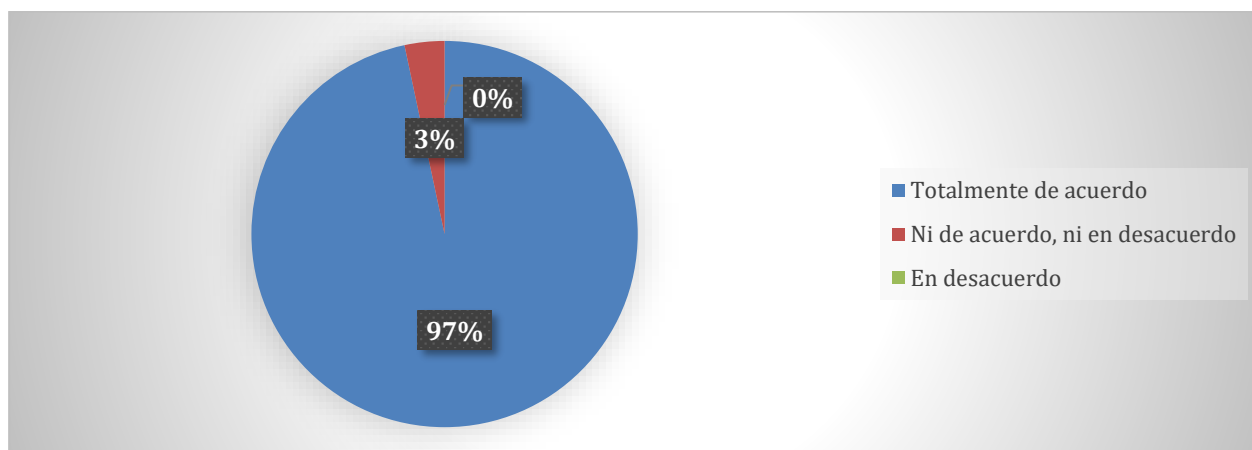
Figura 4 Importancia de las experiencias previas con equipos, simuladores o prototipos tecnológicos para comprender mejor los procesos industriales.



Respecto a la importancia que tienen las experiencias de aprender con equipos, simuladores o prototipos tecnológicos, 93% de los estudiantes manifestaron que están totalmente de acuerdo en que les sirve para comprender de mejor manera los procesos industriales. El resto, 7% fue neutral en sus opiniones. En el campo de la educación, los docentes buscan constantemente trabajar con los estudiantes en temas que forman parte de la integración de PLC, considerando que se requieren de escenarios prácticos para acercar al estudiante a exigencias industriales (Song et al., 2024).

Recepción: 01-04-2026 / Revisión: 03-04-2026 / Aprobación: 01-07-2026 / Publicación: 27-07-2026

Figura 5 Considera que un prototipo automatizado de ensacado facilitaría su aprendizaje práctico y mejoraría la preparación para el entorno laboral técnico.



Mayoritariamente, 97% de los estudiantes del bachillerato técnico coinciden en que están totalmente de acuerdo en que un prototipo automatizado de ensacado facilitaría su aprendizaje práctico y mejoraría la preparación para el entorno laboral técnico.

Resultados de la entrevista a docentes técnicos

Respecto a las necesidades formativas que identifica en los estudiantes del bachillerato técnico respecto al manejo de sistemas automatizados, el entrevistado 1 indicó que se requiere fortalecer la práctica del manejo de sistemas automatizados, se debe relacionar los conceptos básicos como sensores, actuadores, inclusive motores o PLC, para que los escolares comprendan el proceso real. En entrevistado 2 afirmó que se necesita que aprendan a leer diagramas eléctricos, interpretar la lógica de programación y sobretodo identificar las fallas en circuitos de control. El entrevistado 3, coincide en lo anteriormente indicado, acotando que se debe reforzar la enseñanza en los aspectos eléctricos, electrónica y programación.

En cuando al currículo actual y, si se incluyen suficientes contenidos prácticos relacionados con automatización, PLC y procesos industriales, los tres entrevistados coinciden en que falta actualizar la planificación curricular con más contenidos de automatización y control, aprovechar esos conocimientos y aplicar la práctica, pero lamentablemente no hay suficientes equipos y módulos, la idea es que aprendan haciendo, desde este punto de análisis, los estudiantes deben recibir más

horas de laboratorio, que las instituciones educativas cuenten con más recursos tecnológicos y otras actividades relacionada con el llenado, ensacado, encriptado de productos.

Dentro de este marco, las dificultades que presentan los estudiantes al momento de relacionar la teoría técnica con la práctica en entornos automatizados, dos de los entrevistados indicaron que la memorización de los procesos limita las decisiones que deben tomar al momento de aplicar los conocimientos de las secuencias automatizadas, así como interpretar errores o en otros casos seguir la secuencia lógica de funcionamiento de los procesos.

Para uno de los entrevistados la mayor dificultad es que les falta práctica, analizar en el punto real los problemas, en ocasiones esperan que el docente les indique el error y solo se limitan a corregirlo sin reflexionar lo que se realizó. En lo que respecta al prototipo automatizado de ensacado y la contribución al fortalecimiento de las competencias técnicas de los estudiantes, los tres entrevistados indica que se puede vincular las teorías con la práctica, además de observar el proceso industrial, comprender el funcionamiento de la automatización con la manipulación directa del sistema, por tanto, los estudiantes desarrollan habilidades y competencias de programación.

Triangulación de los resultados de la encuesta y la entrevista

En los resultados de la encuesta, los hallazgos acerca del proceso formativo de los estudiantes del bachillerato técnico se enfocaron en la importancia que tienen las competencias digitales y técnicas de la automatización. La mayor relevancia indica varias dificultades en la relación de la teoría con la práctica, enfatizando que se valora el uso de prototipos automatizados como recurso didáctico en el proceso enseñanza aprendizaje. También, los resultados indicaron la necesidad formativa de los escolares respecto a la incorporación de prototipos automatizados, entre ellos el ensacado que forma parte de las exigencias de aprendizaje.

Se coincide con las entrevistas, cuyos informantes ratifican que la parte formativa de los bachilleres técnicos requiere de prácticas que deben estar vinculadas con la teoría y la pertinencia de las enseñanzas sobre diversos prototipos. Consecuentemente, los resultados de la encuesta permitieron diagnosticar la problemática desde el punto de vista de los estudiantes y la entrevista contribuyó a

Recepción: 01-04-2026 / Revisión: 03-04-2026 / Aprobación: 01-07-2026 / Publicación: 27-07-2026

reforzar la necesidad de la práctica para fortalecer las competencias técnicas, esto se logró desde el criterio docente.

Diseño de un prototipo de sistema automatizado de ensacado integrando elementos mecánicos, eléctricos, neumáticos y de control industrial

El sistema de ensacado para llenado de sacos para fertilizantes cuenta con componentes mecánicos, neumáticos, eléctricos y electrónicos de alta calidad. Entre los componentes y características. La propuesta mantiene correspondencia con el marco teórico porque traduce los fundamentos de formación por competencias, aprendizaje situado, mediación tecnológica y automatización industrial en acciones formativas concretas. El componente práctico activa procesos de integración entre saber conceptual, saber procedimental y saber de actuación, con énfasis en programación, control de procesos, instrumentación básica, sensórica y toma de decisiones en tiempo de operación. Su diseño responde al objetivo de fortalecer competencias en bachilleres técnicos mediante una experiencia de prototipado funcional. Bajo este esquema se expone el sistema automatizado de ensacado, con los elementos que lo integran.

a) Alimentación principal Schneider

En la ilustración el sistema recibe alimentación eléctrica mediante fase (L), neutro (N) y tierra (PE), todos provienen de la red eléctrica. De esta manera cuando existe alimentación se distribuye dentro del tablero para energizar el controlador de peso y la fuente de alimentación de corriente continua.

Ilustración 1 Tablero eléctrico de la ensacadora



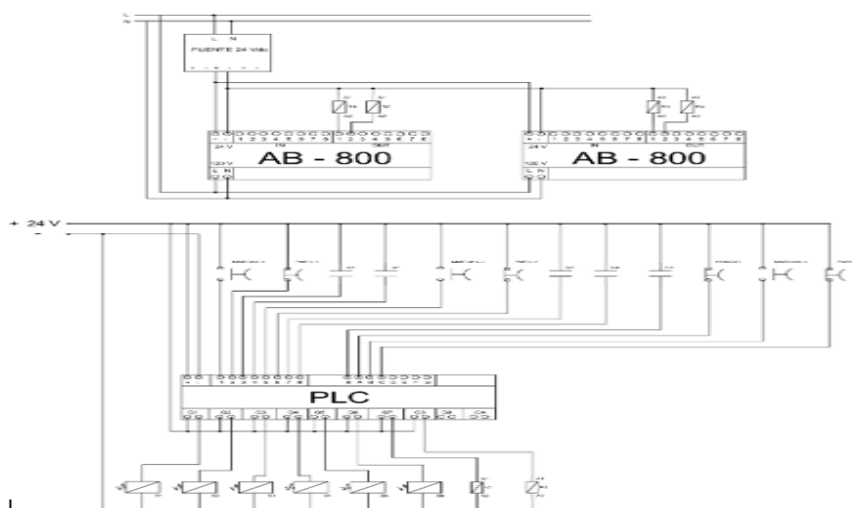
Recepción: 01-04-2026 / Revisión: 03-04-2026 / Aprobación: 01-07-2026/ Publicación: 27-07-2026

En esta ilustración, se observa el interior del tablero eléctrico del sistema de ensacado, en el mismo consta la entrada de energía eléctrica con los diferentes elementos de protección. Consta la distribución y control instalado en el tablero, cuando ocurre la alimentación automáticamente pasa la energía a otros dispositivos del sistema, entre ellos el controlador, la fuente de 24 VDC, así como los relés y otros componentes eléctricos que permiten que funcione el proceso automatizado.

b) Fuente de alimentación 24 VDC Delta

Desde la perspectiva funcional, la fuente de alimentación tiene el propósito de convertir el voltaje de entrada en corriente alterna (AC) a 24 VDC para el circuito de control. Mientras que la salida de 24 VDC se utiliza para obtener la alimentación de relés, asimismo la alimentación de dispositivos auxiliares y la distribución de señales de control.

Ilustración 2 El sistema y su diagrama eléctrico



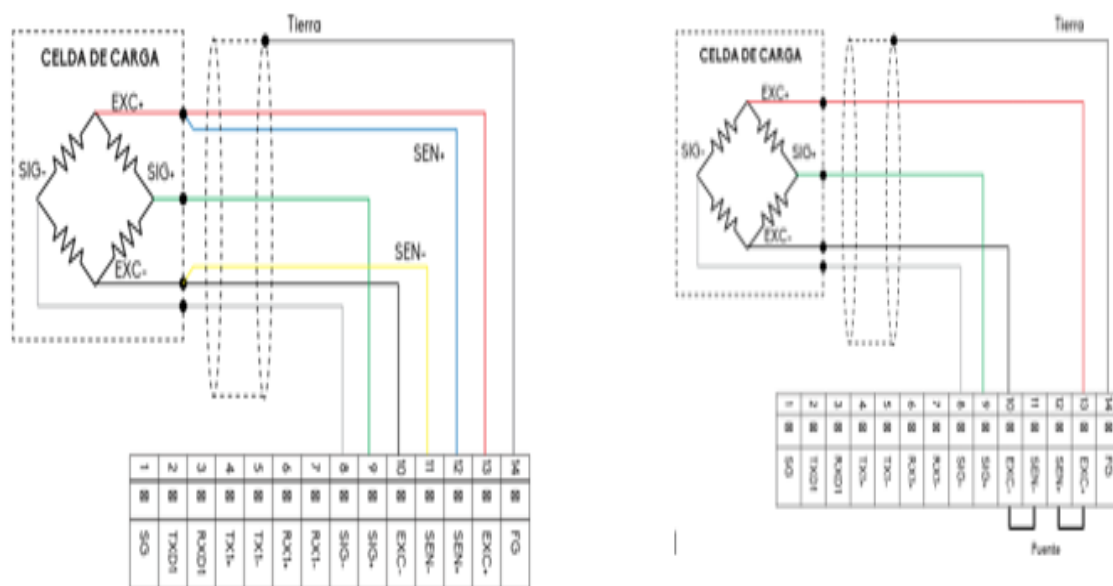
En la ilustración, en el diagrama eléctrico del sistema, la fuente de 24 VDC. Esta imagen sirve para mostrar la forma en que la energía eléctrica se transforma y distribuye hacia el circuito de control. En relación con la salida de 24 VDC se alimentan los diversos elementos como relés, señales de mando. Se observa que los dispositivos auxiliares y componentes de control requieren bajo voltaje en la operación en el sistema de ensacado.

Recepción: 01-04-2026 / Revisión: 03-04-2026 / Aprobación: 01-07-2026/ Publicación: 27-07-2026

c) Celdas de carga Rice Lake

Dentro de este mismo contexto, las celdas de carga constituyen el sistema de medición del proceso, es decir que su función es transformar la fuerza. Se debe señalar que las celdas generan una señal individual que se envía al sistema de adquisición.

Ilustración 3 Celdas de carga



En el diagrama de conexión de celda de carga con cable blindado de 6 hilos y de 4 hilos se visualiza que las celdas de carga miden el peso del saco en el proceso de ensacado. Su funcionalidad es transformar la fuerza generada por la carga en una señal eléctrica proporcional que se envía al sistema de control. Con los datos proporcionados se calcula el peso del producto.

Caja sumadora Rice Lake y el controlador de peso

En la ilustración, el indicador de peso AB-800, recibe la señal del sistema de pesaje, por tanto, es el encargado de procesar el valor obtenido y lo muestra en pantalla.

Recepción: 01-04-2026 / Revisión:03-04-2026 / Aprobación: 01-07-2026/ Publicación: 27-07-2026

Ilustración 4 Controlador de peso



Al momento de configurar los puntos, tanto del corte fino y grueso, se logra controlar el llenado del saco y detener el flujo del producto, siempre que se obtenga el peso establecido, cumpliendo la función del proceso.

d) Relés de control 24 VDC Schneider — Imagen pág. 17

En la ilustración se observa como los relés de control tienen relación directa con el tablero eléctrico y los componentes encargados de la maniobra eléctrica.



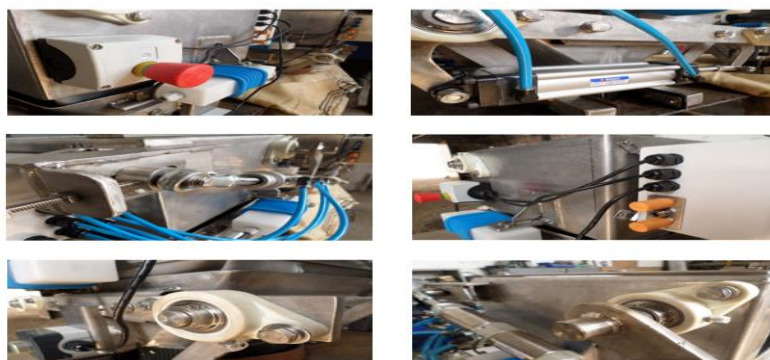
En este marco, los relés cumplen la función de elementos intermedios entre el controlador y los equipos de actuación. Lo que hace es recibir una señal de activación de 24 VDC, que permite conmutar sus contactos y accionar los dispositivos externos del sistema de ensacado. Se observan las salidas de control, los actuadores y los mecanismos eléctricos.

e) Electroválvula Festo

Recepción: 01-04-2026 / Revisión:03-04-2026 / Aprobación: 01-07-2026/ Publicación: 27-07-2026

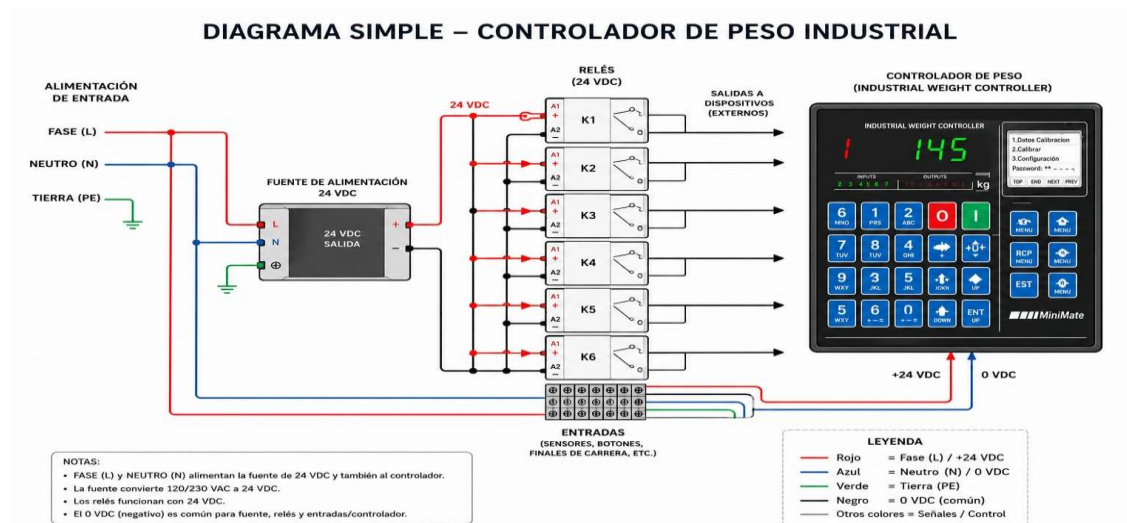
En la ilustración se observa que la electroválvula permite abrir o cerrar el paso del aire hacia los actuadores neumáticos, logrando el movimiento de compuertas, mordazas y los demás mecanismos que forman parte de la ensacadora.

Ilustración 5 Electroválvulas



En este sentido, el accionamiento depende de la señal que se envíe por el sistema de control, lo que da paso a la ejecución de la secuencia automática del proceso de ensacado.

Ilustración 6 Controlador de peso industrial



Recepción: 01-04-2026 / Revisión: 03-04-2026 / Aprobación: 01-07-2026 / Publicación: 27-07-2026

Validar, mediante la construcción del prototipo ensacado las competencias técnicas desarrolladas por los estudiantes durante el proceso formativo

La validación de la propuesta se desarrolló mediante una experiencia formativa orientada a verificar la pertinencia pedagógica y técnica del prototipo automatizado de ensacado como recurso didáctico para la enseñanza de la automatización industrial.

La implementación se organizó en cuatro fases:

Tabla 1

Fase	Características
Fase 1. Diagnóstico inicial	Permite conocer el nivel de conocimientos previos de los estudiantes sobre sistemas de control, sensórica industrial, pesaje electrónico y programación básica.
Fase 2. Teórico-práctica	Brinda los fundamentos necesarios sobre sistemas automatizados de ensacado, pesaje industrial, instrumentación, neumática y control secuencial.
Fase 3. Interacción con el prototipo	Logra que los estudiantes apliquen sus conocimientos mediante el montaje, parametrización, calibración, programación y operación del sistema automatizado de ensacado.
Fase 4. Evaluación de competencias	Valora el desarrollo de competencias técnicas mediante rúbricas, listas de cotejo y observación directa del desempeño estudiantil.

Nota: Datos previos a la construcción del prototipo

Ilustración 7 Prototipo de ensacado automático



Recepción: 01-04-2026 / Revisión:03-04-2026 / Aprobación: 01-07-2026/ Publicación: 27-07-2026

Ilustración 8 Instalación del prototipado del ensacado



Ilustración 9 Notas de pesaje



Ilustración 10 Identificador de pesaje del ensacado



Ilustración 11 Cilindros



Discusión

En la revisión de los resultados de la encuesta aplicada a los estudiantes respecto a la importancia del prototipado de un sistema automatizado de ensacado aplicado para fortalecer las competencias técnicas en los bachilleres, los hallazgos coinciden con los postulados de Wang et al. (2022), quienes consideran que existe la urgencia de trabajar con tecnologías automatizadas para relacionar las teorías con las prácticas reales. Lo refirma Chen et al. (2023), entre sus postulados indican que los sistemas de control, sensores, actuadores, inclusive la programación mediante PLC.

Como parte del mismo enfoque de los resultados en las entrevistas, los docentes indican que se deben planificar más horas de práctica para que los estudiantes amplíen sus saberes y lo pongan en práctica en la vida laboral. Esta percepción coincide con Setyawan et al. (2024), quienes reafirman que se debe considerar el valor técnico y formativo para que los estudiantes aprendan y se enfrenten a los desafíos de los entornos industriales.

Lo anteriormente planteado coincide con los resultados de la investigación que ponen de relevancia que un sistema de control de ensacado automático demuestra que la tecnología permite que las operaciones resulten más precisa y eficiente. Se coincide con Aswardi et al. (2023), que sostienen que los kits de entrenamiento se han convertido en medios de aprendizaje innovadores, sirven para optimizar las habilidades de control automático.

Los autores Chen et al., (2023), indican que, el aprendizaje técnico requiere de la práctica, pero se debe impartir la teoría para que los estudiantes aprendan a observar, manipular, programar y finalmente evaluar la forma en que funcionan los sistemas automatizados. Respecto a las

dificultades identificadas, los estudiantes y los docentes coinciden en que las principales limitaciones en la parte formativa de los estudiantes técnicos es la escasa disponibilidad de recursos didácticos, especialmente en la enseñanza práctica de la automatización industrial. Esta realidad la señala Al Yaman et al. (2025), quienes afirman que las instituciones no disponen de infraestructura industrial para la práctica escolar.

En este mismo marco, los autores Setyawan et al. (2024) y Sukir y Febriyanto (2025), refuerzan que los kits de entrenamiento con bases en PLC permiten que los estudiantes mejoren sus competencias en el aprendizaje de los procesos productivos automatizados. Lo que sostiene que el prototipo de ensacado tenga pertinencia técnica y pedagógica, además de fortalecer las competencias cognitivas que dan paso a la comprensión la lógica del sistema; mientras que la parte psicomotora contribuye a la manipulación de los componentes. Por último, el escolar aprende a promover valores como la responsabilidad, precisión en las actividades, trabajo colaborativo entre pares y resolución de problemas.

Desde el punto de vista de los docentes existe una necesidad formativa que responde a la planificación curricular, siendo necesario que se actualicen las prácticas de enseñanza para que puedan enfrentar al entorno laboral. Esta apreciación mantiene una coincidencia con los postulados teóricos de Song et al. (2024), quienes manifiestan que la educación técnica actual requiere que se integre de manera directa con las tecnologías de automatización. Asimismo, Chen et al. (2023), explica que el aprendizaje de controladores lógicos programables necesita de docentes con conocimientos profesionales que guíen al estudiante con un andamiaje pedagógico que enseñe el valor de comprender la lógica de control de las máquinas o equipos. En este contexto, lo reafirman Sembiring et al. (2024), que el aprendizaje práctico de la automatización requiere de mediadores que enseñen la importancia de la teoría y la práctica para lograr fortalecer las competencias técnicas en los bachilleres.

Lo anterior permite reafirmar que el ensacado automatizado fundamenta esas teorías, le otorga al estudiante las competencias técnicas para llevar a cabo procesos que resulten eficientes en el mundo laboral. Los autores Wang et al. (2022) y Zhang et al. (2021), abordan que el aprendizaje de los sistemas de empaque y ensacado controlados de forma automática le dan pertinencia técnica para

la enseñanza sobre el uso de sensores, sistemas de control y otros mecanismos, convirtiendo al proceso industrial en una experiencia de aprendizaje.

Conclusiones

Las conclusiones tienen las bases en los objetivos del artículo. En la fundamentación teórica, los estudios revisados coinciden en que el desarrollo de competencias técnicas en automatización industrial tiene relación directa con la formación por competencias de los estudiantes, se afirma que la enseñanza técnica requiere de la transmisión de contenidos teóricos y las experiencias prácticas adheridas al entorno real, por tanto, el uso de prototipos automatizados es pertinente para fortalecerlas diversas habilidades técnicas y digitales de los bachilleres técnicos.

Respecto a la investigación, los resultados identificaron que los estudiantes valoran los conocimientos básicos sobre tecnología, automatización y procesos industriales; sin embargo, mayoritariamente afirman que existen limitaciones en la aplicación práctica de los saberes. Los docentes afirman que se debe incorporar recursos didácticos y equipos que favorezcan a mejorar el proceso enseñanza aprendizaje.

En relación con el prototipo del sistema automatizado de ensacado al integrar cada uno de los elementos mecánicos, eléctricos, neumáticos y de control industrial se logró representar un proceso productivo real como parte del proceso formativo del bachillerato técnico. Al diseñar el prototipo se articularon las áreas técnicas, lo que facilitó que se comprenda el funcionamiento sistemático y secuencial, desde el reconocimiento de los componentes hasta la ejecución de acciones controladas, convirtiéndose en un recurso didáctico funcional que responde a las exigencias de la formación técnica.

Finalmente, la validación se la realizó con la construcción del prototipo de ensacado, lo que evidenció el fortalecimiento de competencias técnicas como parte del proceso formativo, especialmente en la resolución de problemas y el reconocimiento de las fallas, siendo así que, el prototipo automatizado de ensacado contribuye significativamente a fomentar el aprendizaje activo como parte de la experiencia activa, práctica que les sirve de base para su desempeño laboral.

Referencias

- Al Yaman, M., Alswaiti, D., Alsharkawi, A., y Al Tae, M. . (2025). Solución modular de laboratorio de bajo costo para automatización industrial y educación en ingeniería aplicada. *MethodsX*, 14, 103388. . doi:<https://doi.org/10.1016/j.mex.2025.103388>
- Aswardi, A., Yanto, D. T. P., Dewi, C., Zaswita, H., Kabatiah, M., y Kurani, R. (2023). Kit de entrenamiento de control basado en interfaz hombre máquina como medio de aprendizaje innovador para mejorar las habilidades de control automático de los estudiantes en la era de la Industria 4.0. . *TEM Journal*, 12(4). doi:<https://doi.org/10.18421/TEM124,26>
- Candela, A., Sandrini, J., Gadola, M., Chindamo, D., & Magri, P. (30 de abril de 2024). Aligeramiento en la industria automotriz como medida de eficiencia energética: Revisión de los principales materiales y métodos. *Sciencedirect*. doi:<https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2024.e29728>
- Chen, Liu y Huang. (2023). Andamiaje del pensamiento computacional de estudiantes de bachillerato técnico mediante indicaciones cognitivas y metacognitivas en el aprendizaje de controladores lógicos programables. *Journal of Research on Technology in Education* , 55(3), 527, 544. doi:<https://doi.org/10.1080/15391523.2021.1983894>
- Giler, J. (25 de febrero de 2021). Apuntes sobre el aprendizaje significativo en la matemática y el empleo de las Tecnologías Educativas. *Polo del conocimiento*, 6(1), 4. doi: ISSN: 2550 - 682X
- Hayes, C. (2 de abril de 2025). Entender el aligeramiento en automoción: Lo que los fabricantes de automóviles deben saber. *TZMetal*. Obtenido de <https://www.tzrmatal.com/es/automotive-lightweighting/#>
- Latorre, L., Rego, E., & DeLeo, L. (2025). *Reporte de tecnología, gemelos digitales*. BID.
- Liu, H., Zhang, B., Wu, V., Yang, X., & Wang, L. . (2025). Review of digital twin in the automotive industry on products, processes and systems. . *International Journal of Automotive Manufacturing and Materials*, 4(1). doi:<https://doi.org/10.53941/>

Recepción: 01-04-2026 / Revisión:03-04-2026 / Aprobación: 01-07-2026/ Publicación: 27-07-2026

MinEduc. (6 de abril de 2026). Obtenido de <https://educacion.gob.ec/el-gobierno-nacional-fortalece-la-conectividad-digital-del-sistema-educativo-nacional-1000-escuelas-rurales-estan-conectadas/#:~:text=El%20compromiso%20del%20Gobierno%20Nacional,a%201.670%20instituciones%20rurales%20adicionales.>

Mukul, E., & Büyüközkan, G. (septiembre de 2023). Transformación digital en la educación: Una revisión sistemática de la educación 4.0. *Science Direct*. doi:<https://doi.org/10.1016/j.techfore.2023.122664>

Muñoz, R. (2024). *Investigación de Mercados*. Quito: Imprint.

Pérez, Á. (2024). *Educarse en la era digital*. Madrid : Morata .

Phiri, R., Mavinkere , S., & Siengchin, S. (21 de noviembre de 2025). Aplicación de compuestos ligeros en automoción. *Elsevier*. doi:<https://doi.org/10.1016/B978-0-443-18852-7.00012-9>

ProyTech. (27 de febrero de 2026). Obtenido de Automatización industrial y seguridad de máquinas : <https://proytechautomation.com/automatizacion-industrial-y-seguridad-de-maquinas/>

Rahman, M. A., Sinaga, D. Sinurya A. Waluyo B. Manullang J. Lubis R. y Tampubolon R. (2024). Desarrollo de un entrenador de control lógico programable como herramienta de aprendizaje de automatización industrial. *Springer*. doi:<https://doi.org/10.4108/eai.17,9,2024.2352842>

Ramírez, E. Armendáriz M. García J. Quintero D. Ortiz A. y Vargas A. (2025). Estudiante 5.0, aprendizaje inmersivo en cursos de automatización de sistemas de manufactura de nueva generación para la era de la Industria 5.0. . *Frontiers in Education*, 1416. doi:<https://doi.org/10.3389/feduc.2025.1416761>

Setyawan, H., Sukardi, Risfendra, Effendi, H., & Syahril. (2024). Efectividad de un kit de entrenamiento basado en controlador lógico programable Outseal para mejorar las habilidades de sistemas de control en estudiantes de bachillerato técnico. . *Mimbar Il*, 29(2). doi:<https://doi.org/10.23887/mi.v29i2.76065>

Recepción: 01-04-2026 / Revisión:03-04-2026 / Aprobación: 01-07-2026/ Publicación: 27-07-2026

- Song L. Zhang X. Wei X. y Fu M. (2024). Work in Progress: Empowering Vocational Education with Automation Technology and PLC Integration. *Springer*, 90 - 98. doi:https://doi.org/10.1007/978-3-031-61905-2_10
- Sukir S. y Febriyanto A. (2025). Efectividad de la implementación de kits de entrenamiento de una máquina automática de llenado y cierre de botellas basada en PLC en el aprendizaje práctico de bachilleratos técnicos. *Education and Humanities Rese.* doi:https://doi.org/10.2991/978-2-38476-360-3_116
- Sukir, S., y Febriyanto, A. . (2025). Efectividad de la implementación de kits de entrenamiento de una máquina automática de llenado y cierre de botellas basada en PLC en el aprendizaje práctico de bachilleratos técnicos. *Education and Humanities Rese.* doi:https://doi.org/10.2991/978,2,38476,360,3_116
- UNESCO. (2 de Abril de 2026). Obtenido de <https://unevoc.unesco.org/home/Digital%2BTransformation%2Bin%2BTVET>
- Wang, F., Liu, S., y Jin, Y.. (2022). The□Packaging□Automatic□Bagging□Control□System□in□PLC□. *Academic Journal of Science and Technology*, 3(2), 116 - 117. doi:DOI:10.54097/ajst.v3i2.2152
- Zhang M. Hu, Z., Li X. Wang R. Su G. y Wang X. (2021). Diseño y experimento del sistema de control de una máquina de ensacado ponderado de papa de múltiples estaciones. *Agricultural Mechanization*, 42(5), 87 - 93. doi:Doi: 10.13733/j.jcam.issn.2095-5553.2021.05.12