

Desarrollo preliminar de un prototipo automatizado de logística de abastecimiento para el fortalecimiento de la enseñanza en la universidad de Cundinamarca extensión Soacha

Proyecto de grado

Estudiante:

Paula Andrea Villamil Sanchez

Director:

Msc. Jonathan Steven Vargas Cañón

Co Director:

Esp. Carlos Eduardo Tibavisco Delgado

Universidad De Cundinamarca

Extensión Soacha

Programa Ingeniería Industrial

Facultad De Ingeniería 2025

## Tabla de contenido

Introducción .....	7
Resumen.....	9
Abstract.....	10
Problema de investigación .....	11
<b>Formulación del problema</b> .....	11
<b>Pregunta problema</b> .....	13
Justificación .....	14
Objetivos.....	16
<b>Objetivo general</b> .....	16
<b>Objetivos específicos</b> .....	16
Estado del arte.....	17
Marco Conceptual.....	43
Metodología .....	46
<b>Fase 1: Búsqueda documental</b> .....	46
<b>Fase 2: Análisis estratégico del contexto</b> .....	47
<b>Fase 3: Diagnóstico de la problemática</b> .....	48
<b>Fase 5: Bosquejos de diseño del prototipo, Diseño en CAD</b> .....	49
<b>Resultados</b> .....	50
<b>Desarrollo Fase 1: Búsqueda documental</b> .....	50
<b>Desarrollo Fase 3: Diagnóstico de la problemática</b> .....	63
<b>Desarrollo Fase 4: Selección de tecnologías y herramientas</b> .....	64
<b>Desarrollo Fase 5: Bosquejos de diseño del prototipo</b> .....	66

Conclusiones ..... 76

Referencias..... 78

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1.</b> Laboratorio de simulación.....	20
<b>Figura 2.</b> Laboratorio de desarrollo de producto .....	21
<b>Figura 3.</b> Integrado de ingeniería industrial.....	22
<b>Figura 4</b> AIA-Ambiente Integrado de Aprendizaje .....	23
<b>Figura 5</b> laboratorio en automatización, control, manufactura y diseño. El Centro Tecnológico de Automatización Industrial (CTAI).....	25
<b>Figura 6</b> Laboratorio de logística integral, Institución Universitaria Pascual Bravo.....	27
<b>Figura 7</b> Warehousing Lab .....	28
<b>Figura 8</b> Training Factory Industry 4.0 24V .....	30
<b>Figura 9</b> Training Factory Industry 4.0 24V .....	30
<b>Figura 10</b> Almacén Elevado Automatizado.....	31
<b>Figura 11</b> CP Lab 410-1.....	32
<b>Figura 12</b> Fábrica de aprendizaje Distribución Pro, Unión, Medición Pro y Clasificación en línea MPS 404-K.....	33
<b>Figura 13</b> Fábrica de aprendizaje Distribución Pro, Unión y Clasificación en línea MPS 403-1	34
<b>Figura 14</b> Innovative Materialflusstechnik .....	35
<b>Figura 15</b> O <sup>3</sup> dyn.....	36
<b>Figura 16</b> SIF-400 .....	37
<b>Figura 17</b> M&I-400 de SMC Corporation .....	38
<b>Figura 18</b> FMS-200.....	39
<b>Figura 19</b> Pro-lab9000 .....	40
<b>Figura 20</b> Laboratorio de ingeniería industrial: Manufactura y logística .....	41

<b>Figura 21</b> MIT CAVE Lab.....	42
<b>Figura 22</b> Búsqueda documental filtrada.....	50
<b>Figura 23</b> Matriz de los laboratorios físicos ya existentes.....	51
<b>Figura 24</b> Matriz de los laboratorios físicos ya existentes.....	52
<b>Figura 25</b> Distribución de laboratorios Físicos automatizados de logística y abastecimiento según país.....	53
<b>Figura 26</b> .....	54
<b>Figura 27</b> Matriz de los laboratorios virtuales ya existentes .....	55
<b>Figura 28</b> Laboratorios virtuales de logística y abastecimiento existentes por empresa en cada país .....	56
<b>Figura 29</b> Cantidad de laboratorios virtuales por país. ....	57
<b>Figura 30</b> Mapa de color ubicación de laboratorios por país.....	58
<b>Figura 31</b> Diagrama de Ishikawa adaptado al contexto de la Universidad de Cundinamarca para el desarrollo de un prototipo automatizado de logística y abastecimiento .....	63
<b>Figura 32</b> Ensamble de la banda transportadora.....	67
<b>Figura 33</b> Diseño isométrico de banda transportadora con prototipo de sistema de clasificación automatizada. ....	71
<b>Figura 34</b> Modelo tridimensional del prototipo automatizado de logística y abastecimiento .....	74

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1</b> Análisis PESTEL orientado a la viabilidad del laboratorio automatizado en la Universidad de Cundinamarca, sede Soacha .....	60
<b>Tabla 2</b> Matriz FODA del proyecto de Prototipo automatizado de logística y abastecimiento...	61
<b>Tabla 3</b> Estrategias CAME derivadas del análisis DOFA .....	62
<b>Tabla 4</b> Componentes de la banda transportadora .....	68
<b>Tabla 5</b> Listado de componentes del prototipo de banda transportadora.....	72

## Introducción

La Industria 4.0, o cuarta revolución industrial, ha venido impulsados cambios radicales en la forma en que se diseñan, producen, almacenan y transportan bienes, debido a la integración de tecnologías como el Internet de las Cosas (IoT), la inteligencia artificial (IA) y los sistemas ciberfísicos. Estas innovaciones han permitido una interconexión sin precedentes entre máquinas y sistemas, lo que a su vez optimiza los procesos logísticos y productivos mediante automatización avanzada y monitoreo en tiempo real (Liao et al., 2017). A medida que esta revolución transforma las industrias, surge la necesidad de adaptar la formación educativa en ingeniería especialmente la ingeniería industrial para así capacitar a los futuros profesionales en el manejo y gestión de estas tecnologías emergentes aplicadas a la automatización de los procesos de la cadena de abastecimiento.

El presente proyecto tiene como objetivo el diseño funcional y modelado tridimensional de un prototipo automatizado de logística y abastecimiento en el contexto académico de la Universidad de Cundinamarca, permitiendo así a los egresados del programa de Ingeniería Industrial adquirir competencias prácticas en el uso de tecnologías de la Industria 4.0. El proyecto surge como iniciativa dentro del semillero de investigación SOFTIC, este semillero, perteneciente al programa de Ingeniería Industrial, tiene como objetivo fomentar el desarrollo de soluciones tecnológicas enfocadas en los campos de la logística, la automatización y la transformación digital, promoviendo así una formación académica más activa e innovadora.

Los laboratorios y prototipos de automatización en la enseñanza de la ingeniería son herramientas esenciales para que los estudiantes apliquen los conceptos teóricos en un entorno controlado, donde pueden desarrollar habilidades de resolución de problemas y toma de decisiones (Feisel & Rosa, 2005). La incorporación de herramientas como los sensores

inteligentes, robots colaborativos, y sistemas de control PLC (Controlador Lógico Programable) en entornos de aprendizaje permite a los estudiantes interactuar directamente con sistemas productivos simulados, acercándolos a las condiciones reales del sector industrial (Brettel et al., 2014). El proyecto se limita al diseño conceptual, funcional y estructural del prototipo mediante modelado 3D en SolidWorks, sin contemplar su fabricación física. La finalidad es dejar una base sólida que permita futuras etapas de implementación por parte de la universidad de Cundinamarca o nuevos grupos de investigación.

## Resumen

La industria 4.0 ha impulsado la transformación de los procesos industriales y logísticos mediante la integración de tecnologías digitales avanzadas. En este contexto, la Universidad de Cundinamarca, como institución educativa comprometida con la formación de ingenieros industriales, enfrenta el reto de ofrecer espacios prácticos que estén alineados con los requerimientos del entorno laboral. Actualmente, la sede Soacha no cuenta con suficientes laboratorios automatizados que permitan a los estudiantes fortalecer sus competencias en logística y abastecimiento.

El trabajo propone el diseño funcional de un prototipo automatizado de logística y abastecimiento, modelado completamente en 3D con SolidWorks dicha propuesta incluye un sistema con bandas transportadoras, sensores, lectura de códigos QR y clasificación automatizada en un módulo de almacenamiento de ocho espacios, todo controlado por un PLC. Para su desarrollo, se emplearon herramientas de análisis estratégico, revisión documental y diseño técnico, permitiendo estructurar una solución ajustada al entorno académico de la universidad.

Aunque el prototipo no fue fabricado físicamente, el diseño elaborado ofrece una base sólida para su futura construcción. Además, representa un paso importante hacia la creación de herramientas de formación propias, diseñadas por los mismos estudiantes y enfocadas en el aprendizaje práctico de tecnologías aplicadas a la industria.

***Palabras clave:*** Automatización, Cadena de Abastecimiento, Logística, Modelo 3D

## **Abstract**

Industry 4.0 has driven the transformation of industrial and logistics processes through the integration of advanced digital technologies. In this context, the University of Cundinamarca, as an educational institution committed to training industrial engineers, faces the challenge of offering practical spaces aligned with the requirements of the workplace. Currently, the Soacha campus lacks sufficient automated laboratories to allow students to strengthen their skills in logistics and supply chain management.

This work proposes the functional design of an automated logistics and supply chain prototype, modeled entirely in 3D using SolidWorks. The proposal includes a system with conveyor belts, sensors, QR code reading, and automated sorting in an eight-space storage module, all controlled by a PLC. Strategic analysis, document review, and technical design tools were used for its development, enabling the development of a solution tailored to the university's academic environment.

Although the prototype was not fundamentally manufactured, the design provides a solid foundation for future construction. Furthermore, it represents an important step toward creating proprietary training tools, designed by the students themselves and focused on practical learning of technologies applied to industry.

## **Problema de investigación**

### **Formulación del problema**

En el entorno actual de la Cuarta Revolución Industrial, conocida como Industria 4.0, las tecnologías digitales avanzadas están modificando en gran medida los procesos industriales y de manufactura, esta evolución tecnológica por lo tanto ha implicado nuevos retos y oportunidades para las instituciones de educación superior, especialmente aquellas que brindan la carrera de ingeniería industrial, como es el caso de la Universidad de Cundinamarca, que se ve en la responsabilidad de proporcionar y promover un aprendizaje alineado con esta evolución tecnológica e industrial.

Sin embargo, reconociendo la importancia de la implementación de la automatización en los procesos logísticos y de la cadena de abastecimiento y en general de la industria, actualmente guiada por la industria 4.0 la sede de Soacha de la Universidad de Cundinamarca, que oferta el programa de ingeniería industrial, se enfrenta a una problemática significativa, la carencia de laboratorios especializados, particularmente en el área de logística y abastecimiento automatizado ya que aunque la U Cundinamarca cuenta con diversos recursos educativos, que incluyen bases de datos, software, talleres, escenarios de formación práctica, laboratorios de física y química, y un laboratorio Hass-200, con el crecimiento de la población estudiantil y las perspectivas analizadas en la redefinición del proyecto académico, se ha identificado una carencia crítica en lo que respecta a la disponibilidad de un laboratorio que integre una variedad de equipos y tecnologías para cumplir con los resultados de aprendizaje específicos establecidos en el perfil profesional y laboral del ingeniero industrial graduado de la U Cundinamarca.

La ausencia de laboratorios automatizados para la aplicación en logística o gestión en la cadena de suministro tiene múltiples implicaciones negativas como la brecha que existe entre el

conocimiento teórico y el práctico, debido a que los estudiantes reciben un aprendizaje teórico en las aulas de clase pero no cuentan con la posibilidad de aplicar dicho aprendizaje en un ambiente que simule las condiciones que se pueden dar en un entorno real de la industria moderna envuelta en la tecnología y automatización, lo cual puede causar pocas habilidades prácticas que son requeridas y esenciales en el área laboral.

De manera que, la falta de espacios de aprendizaje práctico impide que los estudiantes desarrollen las habilidades críticas necesarias para el futuro profesional, como la resolución de problemas en tiempo real, la toma de decisiones basada en datos, y la familiarización con tecnologías de automatización industrial, lo cual significa una desventaja futura como estudiantes de la universidad de Cundinamarca frente a los egresados de otras universidades que si cuentan con más espacios de experiencia práctica lo cual afecta directamente a los profesionales graduados de ingeniería industrial de la universidad de Cundinamarca en cuanto empleabilidad por la posible incongruencia y entre las habilidades de los graduados y las necesidades reales del mercado laboral, ya que las empresas e industrias en la actualidad buscan profesionales capaces de implementar y gestionar procesos automatizados para mejorar la eficiencia, la productividad y la optimización de recursos.

La falta de laboratorios automatizado de logística y abastecimientos para el fortalecimiento del aprendizaje no solo afecta a los egresados mismos, sino que también limita la capacidad de los ingenieros industriales en el desarrollo innovador en las empresas e industrias locales y regionales lo cual puede influir en el avance económico y tecnológico de Soacha, de Cundinamarca y por extensión de Colombia.

Esto a su vez afecta directamente a la universidad de Cundinamarca en cuanto a prestigio, reconocimiento y nivel educativo ya que al solo tener el laboratorio HASS-200 como

único laboratorio automatizado de logística y abastecimiento avanzado, en cuanto a tecnología limita la investigación, la innovación y el aprendizaje de los estudiantes haciéndola menos atractiva para los estudiantes interesados en estudiar la carrera de ingeniería industrial en la U Cundinamarca, para los gestores de conocimiento e investigadores que buscan instituciones con recursos avanzados para la enseñanza y la investigación.

En este contexto, se hace evidente la necesidad de un laboratorio didáctico en el cual se pueda aplicar modelos simulados logísticos y de abastecimiento que integre las tecnologías de automatización de procesos industriales y que cumpla con las especificaciones requeridas. Esta necesidad, vista desde una perspectiva de oportunidad de mejora, se convierte en el problema principal que este proyecto se propone resolver. El objetivo es llevar a cabo un estudio que permita desarrollar un prototipo de laboratorio capaz de simular entornos logísticos en la cadena de abastecimiento especialmente la de almacenamiento para así proporcionar a los estudiantes de U Cundinamarca la capacitación práctica necesaria para enfrentar los desafíos de la industria moderna y contribuir efectivamente al progreso industrial y logístico.

### **Pregunta problema**

¿Cuál es la solución para superar las deficiencias en los aspectos logísticos y brindar respuestas confiables a los problemas relacionados con el manejo de materias primas, elementos en proceso y la distribución final en un almacén automatizado?

## Justificación

La evolución dada por la cuarta revolución industrial y la transformación que implica en la cadena de suministro, los procesos productivos y logísticos que ahora buscan ser inteligentes, avanzados y automatizados, hace que las empresas estén en la búsqueda de profesionales con capacidades de manejo y optimización de procesos automatizados, de modo que, es esencial que la U Cundinamarca como gestora de conocimiento se mantenga a la vanguardia en la automatización y las tecnologías emergentes de la industria 4.0.

El trabajo busca aportar a la formación de futuros ingenieros industrial en el campo de la logística, la producción y los sistemas automatizados, fortaleciendo sus habilidades prácticas mediante el diseño funcional de un prototipo automatizado. A través del modelado en 3D, se simula el comportamiento de tecnologías aplicadas a procesos reales del sector logístico, lo cual permite que los estudiantes se familiaricen con conceptos como automatización industrial, sensores, controladores lógicos programables (PLC), y procesos de clasificación y almacenamiento. De esta manera, se promueve una enseñanza activa, alineada con las exigencias del mercado laboral y las tendencias de transformación digital en la industria.

“Las universidades necesitan pensar en cómo adaptar sus planes de estudio y explorar las posibilidades de estructuras de laboratorio más flexibles, inteligentes, modulares y reconfigurables que respalden y reflejen la naturaleza fluida de la Industria 4.0” (Sackey & Bester, 2016, p. 112.)

La implementación del laboratorio automatizado en la universidad de Cundinamarca busca fortalecer el aprendizaje dado en las aulas de clase, al brindar un entorno práctico y de experiencia facilitando así el discernimiento de conceptos complejos y a su vez generando que los estudiantes y futuros ingenieros industriales desarrollen habilidades críticas como la

resolución de problemas, pensamiento analítico y la toma de decisiones, de tal manera que los egresados que hayan tenido experiencia práctica en un laboratorio automatizado de logística y abastecimiento cuenten con las herramientas necesarias para competir en el mercado laboral.

El proyecto permitirá y dará paso a su vez a la investigación y el desarrollo ya que en este, tanto estudiantes como docentes podrán llevar a cabo proyectos de investigación aplicada contribuyendo de diferentes maneras a la sociedad y a la universidad misma, factores tales como avances del conocimiento en logística y abastecimiento automatizados, desarrollo económico y tecnológico de la región de Cundinamarca y, por extensión, de Colombia, ya que permitirá a las empresas mejorar su eficiencia y productividad por medio de la formación ingenieros industriales con conocimientos avanzados en automatización de logística y abastecimiento.

La ejecución del proyecto además de beneficiar a los estudiantes como se ha argumentado también beneficiara a la universidad misma ya que por medio de la implementación y ejecución de automatización permitirá que haya un aumento en el prestigio y el reconocimiento de la Universidad de Cundinamarca en cuanto todo el sector industrial y educativo, ya que los egresados de la universidad por medio de su experiencia podrá dar desarrollo y continuidad que requieren las empresas y con ello poder establecer colaboraciones para proyectos de investigación, prácticas profesionales y programas de educación continua, lo cual posiciona a la Universidad de Cundinamarca como un referente en el campo de la ingeniería industrial, captando jóvenes para escogerla para su formación profesional y docentes de alto nivel, a su vez el proyecto coopera al registro calificado y a la acreditación del programa y la universidad, asegurando que se cumplan con los estándares de calidad exigidos por los organismos reguladores.

## **Objetivos**

### **Objetivo general**

Diseñar un prototipo funcional de sistema de logística de almacenamiento automatizado mediante modelación 3D en SolidWorks, que sirva como base para su futura construcción e implementación.

### **Objetivos específicos**

- Realizar un análisis exhaustivo de las técnicas y herramientas de automatización disponibles en el campo de la logística, a través de una revisión exhaustiva del estado del arte.
- Diseñar un prototipo de sistema de logística de abastecimiento automatizado identificando de manera precisa los requerimientos necesarios para cumplir con las restricciones de aplicación en el entorno universitario.
- Validar el diseño funcional del prototipo en entorno virtual, a través de simulación y coherencia técnica del modelo 3D.

## Estado del arte

Con el desarrollo de la industria a través del tiempo se ha dado una evolución importante y significativa en cuanto a la tecnología e industria, dicha evolución se dio en búsqueda de la mejora de factores tecnológicos, productivos, económicos y sociales que han coincidido para implementar una nueva revolución industrial; la cuarta revolución industrial o también llamada Industria 4.0, Dicha revolución ha venido transformando de forma radical los procesos industriales y de manufactura, y se ha caracterizado por la integración de la automatización y tecnologías digitales avanzadas en todos los aspectos de la producción y la logística.

En este contexto, la universidad de Cundinamarca sede Soacha, cuentan con la responsabilidad y deber de ofrecer el conocimiento oportuno y preciso a los estudiantes en formación profesional conforme con los requerimientos de la carrera y las necesidades que el mercado laboral en dicha profesión en este caso ingeniería industrial enfrenta, es por ello que se debe adaptar su pensum académico y metodologías de enseñanza.

Sackey et al. (2017) señalan que "La Industria 4.0 está transformando radicalmente la forma en que se diseñan, producen y distribuyen los productos, lo que requiere una adaptación significativa en la formación de los ingenieros industriales " (p. 115). Esta transformación implica no solo la actualización de contenidos teóricos, sino también la necesidad de proporcionar experiencias prácticas que simulen entornos industriales reales.

La automatización como factor determinante de la cuarta revolución industrial hace que por medio de la implementación y uso de los sistemas automatizados haya una mayor eficiencia, precisión y rapidez en la gestión de inventarios, el almacenamiento, la preparación de pedidos y la distribución dando así a las industrias optimización de procesos logísticos y de cadena de suministro, haciendo esto énfasis en que la enseñanza de los estudiantes de la UdeC que se

están preparando para ser ingenieros industriales debe incluir el conocimiento y la experiencia práctica en el diseño, implementación y gestión de estos sistemas automatizados.

La implementación de prototipos automatizados de logística de abastecimiento en la educación superior ha sido objeto de interés en los últimos años, reflejando la necesidad de adaptar la formación en ingeniería industrial a las demandas de la Industria 4.0. Este fenómeno se enmarca en un contexto más amplio de transformación digital en la educación superior, como lo señalan Fernández-Caramés y Fraga-Lamas (2019) en su estudio sobre la integración de tecnologías de la Industria 4.0 en la educación en ingeniería, ya que en este estudio destacan cómo tecnologías emergentes pueden transformar la enseñanza, durante dicho estudio se proponen marcos para incorporar estas tecnologías en el plan de estudios educativo, dando así un enfoque más práctico e interactivo que prepare a los estudiantes para enfrentar los desafíos de la transformación digital en la industria.

Entre el año 2016 y 2017 Sackey, S. M. y Bester, A, Realizaron la investigación titulada: Industrial Engineering Education in the Era of Industry 4.0. Investigación en la cual exploran cómo la Industria 4.0 está transformando la educación en ingeniería industrial, donde, además, se destaca la necesidad de incorporar tecnologías como la inteligencia artificial y el big data en los programas académicos, donde se concluye que la integración de laboratorios didácticos con tecnologías emergentes mejora significativamente la formación de los estudiantes. Por ello, el proyecto de diseñar un prototipo automatizado de logística y abastecimiento, ratificando la importancia de permitir a los estudiantes experiencias prácticas que permitan la adaptación de los modelos de producción automatizados que se dan en las industrias actualmente para preparar a los futuros ingenieros y que puedan enfrentarse al mercado laboral actual guiado por la innovación y el avance dado de la cuarta revolución industrial, industria 4.0.

Teniendo en cuenta la necesidad que se tiene en la actualidad de otorgar a los estudiantes una manera práctica y didáctica de aprendizaje, muchas empresas se han encargado de producir laboratorios automatizados de logística y abastecimiento con tecnología de punta ya existentes en el mercado para su comercialización y uso. A su vez algunas instituciones han ido implementando laboratorios automatizados donde integran tecnologías avanzadas para lograr simular el proceso de logística y la cadena de abastecimiento ya sean comprando estos laboratorios a algunas de estas empresas o creando el suyo propio.

En la región, se ha ido identificado la importancia de incorporar tecnologías de automatización y digitalización en el sector educativo, con el fin de fortalecer la enseñanza práctica en las áreas de logística y abastecimiento. Universidades como La escuela colombiana julio Garavito, Universidad Nacional de Colombia, la Universidad distrital, la Universidad de los Andes, y la Universidad javeriana han trabajado en desarrollar proyectos y laboratorios que permiten a los estudiantes interactuar con tecnologías emergentes en un entorno simulado, estas instituciones cuentan con variedad de laboratorios automatizados de los procesos de la etapa producción y toda la cadena de abastecimiento incluyendo la logística, estas universidades han comprado laboratorios ya existentes en el mercado pero también han proporcionado espacios y recursos necesarios para el fortalecimiento del conocimiento de los estudiantes por medio de la práctica lo cual mejora sus competencias y habilidades para la resolución de problemas industriales.

**Figura 1**  
*Laboratorio de simulación*



**Nota.** Adaptado de *Laboratorio de simulación*, por Escuela Colombiana de Ingeniería Julio Garavito, s.f.

La escuela colombiana de ingeniería julio Garavito ubicada en Bogotá en la región de Cundinamarca cuenta con el laboratorio de simulación el cual está conformado por dos salones ampliamente dotados de recursos informáticos para simular el comportamiento de los procesos productivos, también para diseñar y simular productos, controlar las operaciones de manufactura y analizar posibles mejoras en un proceso, estos dos salones se componen de: 21 computadores, 2 video beams táctiles, Alibre Design: Diseño asistido por Computador (CAD), SolidWorks 2010: Diseño asistido por Computador (CAD), Sima pro 7 multi: gestión ambiental y el ecodiseño, Mini Tab 14: análisis estadístico de información, Microsoft Project, 2003 Solidcam: Diseño asistido por Computador (CAD/CAM), GAMS: investigación de operaciones y optimización, TORA: Optimización, GLP: Simulación de procesos, Crystal Ball 7: Optimización

de procesos, WIN QSB: en investigación de operaciones y optimización, SIMIO: Simulación de procesos, XPRESS: Simulación de procesos, ARENA: Simulación de procesos, Stella Architect, VIP Planopt, Vensim PLE ,Wolfram (Escuela Colombiana de Ingeniería Julio Garavito, s.f.).

### **Figura 2**

*Laboratorio de desarrollo de producto*



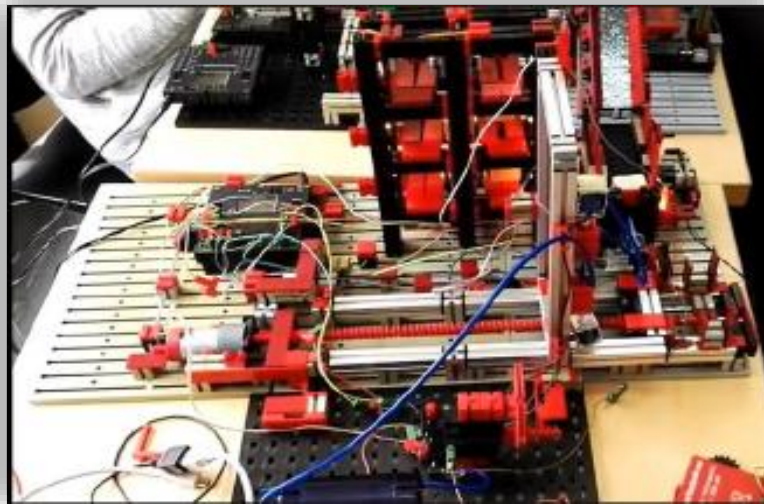
**Nota.** Adaptado de *Laboratorio de desarrollo de producto*, por Escuela Colombiana de Ingeniería Julio Garavito, s.f.

Además, la universidad cuenta con el laboratorio de desarrollo del producto el cual está compuesto por Software especializado CAD/CAM, equipos CNC, Scanner 3D y un equipo para prototipado rápido y un espacio adecuado llamado 'Almacén', en donde se concentra el almacenamiento de todos los equipos y en donde están ubicados los cubículos de trabajo de los auxiliares de laboratorio. (Escuela Colombiana de Ingeniería Julio Garavito, s.f.).

La Universidad Distrital Francisco José de Caldas tiene el laboratorio llamando laboratorio de gestión de la producción el cual cuenta con dos salas de software, laboratorio de diseño de producto, un laboratorio de planta de extracción, el laboratorio FMS-200, Laboratorio

HAS 200, Laboratorio GEIO. Dichos laboratorios son diseñados para apoyar el aprendizaje en áreas como la manufactura y la automatización. Donde se proporcionan herramientas y equipos para la investigación y el desarrollo práctico de los estudiantes, contribuyendo al fortalecimiento de competencias. (Universidad Distrital Francisco José de Caldas, s.f.).

**Figura 3**  
*Integrado de ingeniería industrial*



**Nota.** Adaptado de *Laboratorio integrado de ingeniería industrial*, por Universidad Nacional de Colombia, s.f.

La universidad nacional de Colombia cuenta también con diversos laboratorios para los estudiantes de ingeniería industrial entre ellos: unidad informática, Laboratorio de bases de datos y programación (desarrollo de software), Laboratorio de Microprocesadores y Telecomunicaciones, Integrado de ingeniería industrial este es importante ya que entre sus equipos están Plotter posicionar fischer technick, Luxómetro extech, Sonómetro PCE, Computadores, Antropómetro largo lafayette instrument, Goniómetro miutoyo (Universidad Nacional de Colombia, s.f.).

**Figura 4**

*AIA-Ambiente Integrado de Aprendizaje*



**Nota.** Adaptado de *Laboratorios - Facultad de Ingeniería*, por Universidad de los Andes, s.f.

En la universidad de los andes ubicada en Bogotá, el departamento de ingeniería industrial está compuesta por los siguientes espacios de aprendizaje practico e interactivo para la enseñanza de los egresados de dicha universidad, AIA Ambiente Integrado de Aprendizaje el cual es un espacio que permite fortalecer la experiencia de diseño y la integración de sistemas en Ingeniería Industrial en ambientes que promueven la creatividad y el trabajo interdisciplinario. Asimismo, se facilita la integración de conocimientos por medio de la realización de experimentos prácticos, la creación de prototipos de productos, el modelamiento matemático, el análisis de datos, y la simulación, con el fin de diseñar mejores soluciones, este cuenta con los siguientes equipos AIA 1: Este primer espacio está diseñado principalmente para el trabajo autónomo, en grupo y la ejecución de proyectos, este cuenta con sillas y mesas movibles con capacidad para 54 personas, y con computadores de alta gama permitiendo complementar y

reforzar las actividades de cursos del Departamento de Ingeniería Industrial como modelos probabilísticos, análisis de decisiones de inversión, finanzas, sistemas de control gerencial, fundamentos de producción, control de producción, probabilidad y estadística, estrategia organizacional, entre otros. AIA 2 Espacio en donde, a través del uso de instrumentos que se utilizan actualmente en la industria, se permite que los estudiantes e investigadores puedan aplicar los conocimientos adquiridos en Ingeniería Industrial en prácticas reales. El área se encuentra equipada con instrumentos básicos de medición, sensores digitales, equipos de reconocimiento de imágenes y elementos de medición de radiofrecuencia (RFID) Centro de simulación multiproceso (CeSiM): sistema que permite integrar conocimientos en producción, logística, optimización, probabilidad y simulación por medio de prácticas sobre bandas transportadoras y sus estaciones de trabajo. Automatización industrial: usando el brazo UR3 (brazo robótico) se permite aplicar conceptos propios de la ingeniería desde la multidisciplinariedad, integrando conocimientos de programación y automatización con procesos industriales Impresión 3D: por medio de las impresoras MakerBot Replicator+ se permite el modelado y la construcción de piezas usando la manufactura aditiva. (Universidad de los Andes. s.f.).

**Figura 5**

*laboratorio en automatización, control, manufactura y diseño. El Centro Tecnológico de Automatización Industrial (CTAI)*



**Nota.** Adaptado de *Servicios externos - Facultad de Ingeniería*, por Pontificia Universidad Javeriana, s.f.

La universidad Javeriana tiene el laboratorio en automatización, control, manufactura y diseño. El Centro Tecnológico de Automatización Industrial (CTAI) es una de las unidades mejor equipadas de Latinoamérica para la investigación y docencia en automatización y producción e industria 4.0. El CTAI se ha proyectado en los últimos años como líder en la investigación y desarrollo del conocimiento científico y tecnológico del país y la región. El CTAI tiene como propósito contribuir a la formación científica y tecnológica de los futuros profesionales de ingeniería, ser una plataforma para la investigación en automatización industrial y la industria 4.0, sirviendo a grupos de investigación como Zentech, SIRP, y CIOL y prestar servicios de consultoría en automatización de procesos, innovación de productos y diseño de máquinas, para contribuir al desarrollo del sector productivo colombiano y de la región. Entre los espacios con los que cuenta este laboratorio (Centro Tecnológico de Automatización Industrial) esta: Sala de automatización cuenta con bancos de trabajo con equipos neumáticos, electro-

neumáticos y electro-hidráulicos así como controladores lógicos programables para el desarrollo de prácticas del control y automatización industrial, la sala de robótica Industrial que también forma parte de el CTAI tiene entre sus equipamientos tiene diversos robots industriales y plataformas de desarrollo móvil tanto terrestres como áreas para el desarrollo de aplicaciones basadas en robótica industrial. Cuenta con robot paralelo, UR3, Melfa, Kuka Youboot, UAV Pelican Ascending technologies entre otros. Sala de virtualización CAVE Espacio destinado para el desarrollo de proyectos inmersivos de realidad virtual con capacidad hasta 10 usuarios simultáneos, empleando una sala tipo CAVE S4 de la marca BARCO. Cuenta los el HW y SW para desarrollo de proyecto enfocados en realidad virtual, aumentada tales como juegos serios, software para inmersión y visitas virtuales, desarrollo de producto entre otros. (Pontificia Universidad Javeriana. s.f.. *Facultad de Ingeniería - Servicios externos*)

En Colombia, se ha venido buscando la integración de la automatización y la digitalización en el ámbito de la educación, lo cual ha impulsado el desarrollo de laboratorios automatizados en universidades e instituciones de educación superior, lo cual ha llevado a la creación o uso de espacios están diseñados para ofrecer a los estudiantes entornos de aprendizaje donde puedan aplicar conceptos teóricos en prácticas reales, en cuanto a el aprendizaje de ingenieros industriales la automatización ha sido vital en áreas clave como la logística y el abastecimiento lo cual permite más eficiencia en la cadena de abastecimiento, algunas universidades a nivel nacional han implementado laboratorios automatizados de logística y abastecimiento como herramienta de aprendizaje, para ello han integrados el uso de tecnologías como los sensores inteligentes, los controladores lógicos programables (PLC) y la robotización, permitiendo replicar procesos industriales en un ambiente controlado.

**Figura 6**

*Laboratorio de logística integral, Institución Universitaria Pascual Bravo*

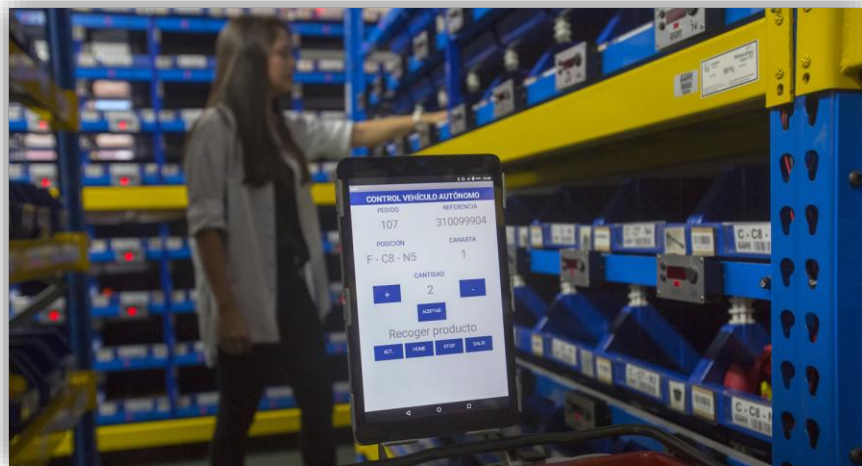


**Nota.** Adaptado de *Laboratorios - Facultad de Producción y Diseño*, por Instituto Tecnológico Pascual Bravo, s.f.

La institución universitaria pascual bravo ubicada en Colombia en la región de Medellín tiene el Laboratorio de logística integral dicho laboratorio cuenta con unas estanterías donde se realizan los procesos de almacenamiento y empaque y se disponen canastillas, en las cuales se almacenan diversos tipos de productos terminados de la canasta familiar. Con estos productos se realizan prácticas donde los estudiantes aprenden las condiciones específicas de almacenamiento, su embalaje y empaado, tiene equipos para el transporte de las canastillas y las estivas que permiten movilizar los productos empacados, se cuenta con equipos como bandas transportadoras, carros de picking, estibador y apilador. El laboratorio está distribuido para realizar prácticas para el transporte, almacenamiento y distribución tiene la capacidad para practicar técnicas de

picking, cross docking, paletización. El laboratorio cuenta además con una sala de computadores con software de sistemas de información que permiten gestionar la logística integral. (Pascual Bravo, s.f.)

**Figura 7**  
*Warehousing Lab*



**Nota.** Adaptado de *El Warehousing Lab de EAFIT estrena nueva tecnología para la investigación e implementación de la logística en las empresas*, por Universidad EAFIT, 2021

La Universidad EAFIT tiene Warehousing Lab, un laboratorio de EAFIT con 386 cestas azules dispuestas en estanterías a la manera de una pequeña bodega industrial donde se almacenan 39 mil piezas de lego que hacen las veces de unidades de mercancía, se simula a escala la estación de picking o preparación de pedidos de un centro de distribución. En este recinto, expertos en ingeniería trabajan en una de las tendencias innovadoras de la industria mundial: la logística 4.0. Los sistemas ciberfísicos como el Warehousing Lab, dotados con máquinas automatizadas que realizan tareas de monitoreo, control y toma de decisiones mediante algoritmos computacionales y desarrollo de softwares, es uno de los desafíos para la industria

local en la modernización de sus procesos tendientes a la productividad. adapta las nuevas tecnologías, en particular la robótica, el aprendizaje automático de las máquinas, la informática y el internet de la cosas, entre otras cuentas con pick-to-light, vehículo autónomo liviano, vehículo autónomo robusto, manillas lectoras de radiofrecuencia warehouse Management System (WMS), reconocimiento de imágenes. (EAFIT, 2021)

### **A nivel Internacional**

En el marco de la Industria 4.0, diversas instituciones y empresas en países como Alemania, Japón, y México han desarrollado laboratorios automatizados y fábricas de aprendizaje que permiten a los estudiantes interactuar con tecnologías avanzadas en un entorno realista, preparando a los futuros ingenieros para los retos de un mercado laboral altamente automatizado.

Alemania ha sido pionera en la implementación de laboratorios automatizados para la enseñanza. Un ejemplo destacado es la empresa Fischertechnik que ha desarrollado Training Factory Industry 4.0, que simula un entorno de producción completamente automatizado. Dicha fábrica de aprendizaje consta de estaciones de almacenamiento y recuperación, sistemas de clasificación con reconocimiento de colores, y monitoreo remoto mediante cámaras. Lo innovador de este sistema es la integración de tecnologías como la NFC (Near Field Communication) y el control a través de dispositivos inteligentes. Los estudiantes aprenden a manejar procesos automatizados, rastrear piezas en tiempo real y utilizar PLC para controlar los sistemas, lo que permite una experiencia práctica inmersiva y completa en la automatización industrial (Fischertechnik, s.f.).

**Figura 8**  
*Training Factory Industry 4.0 24V*



**Nota.** Adaptado de *Training Factory Industry 4.0 24V*, por Fischertechnik, s.f.

Fischertechnik además ha desarrollado la Simulación de Fábrica 24V, que incluye un ciclo de producción cerrado donde las piezas son procesadas, clasificadas por colores y almacenadas de forma automatizada, el sistema está conectado a un PLC y es ideal para demostrar la integración de procesos en un entorno de enseñanza práctica (Fischertechnik, s.f.)

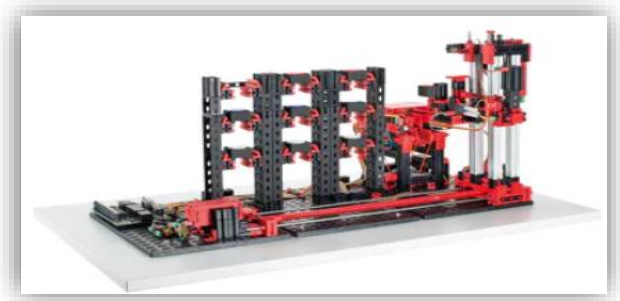
**Figura 9**  
*Training Factory Industry 4.0 24V*



**Nota.** Adaptado de *Simulación de fábrica 24V*, por Fischertechnik, s.f.).

El Almacén Elevado Automatizado 24V, permite la simulación de procesos logísticos mediante un transelevador que almacena y recupera productos automáticamente. Este sistema está diseñado para enseñar la optimización del flujo de materiales y el manejo de almacenes en un entorno industrial automatizado (Fischertechnik, s.f.) .

**Figura 10**  
*Almacén Elevado Automatizado*



**Nota.** Adaptado de *Almacén elevado automatizado 24V*, por Fischertechnik, s.f.

La empresa Festo también alemana ha desarrollado el CP Lab 410-1, un sistema de producción en red compuesto por 10 módulos de aplicación que simulan tareas productivas reales, desde el ensamblaje y la perforación hasta el etiquetado y el control de calidad. Estos módulos permiten a los estudiantes gestionar sistemas productivos a través de sensores inteligentes, integrados con sistemas de gestión de la producción como MES (Manufacturing Execution System). La integración de estas tecnologías en la enseñanza proporciona a los estudiantes una visión integral de la producción y les permite trabajar en entornos que replican la realidad industrial de la Industria 4.0 (Festo, 2024).

**Figura 11**  
*CP Lab 410-1*



**Nota.** Adaptado de *CP Factory Lab - Hardware Model CP-L-410-1*, por Festo Didactic, s.f.

Los sistemas MPS 404-K y MPS 403-1 de Festo son fábricas de aprendizaje que integran múltiples estaciones automatizadas para la producción, medición y clasificación. Estos laboratorios permiten a los estudiantes interactuar con tecnologías como RFID, sensores inteligentes y sistemas MES. Además, incluyen robots móviles para el transporte de piezas entre estaciones, lo que facilita el aprendizaje sobre la producción conectada y la gestión de procesos automatizados. MPS 404-K está diseñado para enseñar a los estudiantes los aspectos clave de la producción económica en un entorno automatizado. Este laboratorio se centra en el flujo completo de producción, desde la adquisición de materias primas hasta la entrega de productos terminados, ofreciendo una visión integral de los procesos de fabricación modernos. El sistema incluye módulos que permiten a los estudiantes aprender sobre el manejo de sensores, la conexión de equipos a la nube mediante el uso de sistemas como SAP y FORCAM (plataforma

IIoT, Internet Industrial de las Cosas). Además, permite la adquisición automática de datos sobre la productividad, la eficiencia y la calidad de los productos. Estos módulos replican los procesos reales de una planta de producción, incluyendo: Distribución Pro donde las piezas de trabajo son separadas y distribuidas automáticamente; Unión Pro: Que agrega componentes a las piezas en proceso; Medición Pro: Que comprueba la calidad de los productos a través de mediciones táctiles automatizadas.(Festo,sf)

### Figura 12

*Fábrica de aprendizaje Distribución Pro, Unión, Medición Pro y Clasificación en línea MPS 404-K*



**Nota.** Adaptado de *Fábrica de aprendizaje: Distribución PRO, Unión Medición PRO y Clasificación en línea*, por Festo, s.f.

El sistema MPS 403-1 es una versión más avanzada que incorpora robótica móvil y tecnologías de sensores inteligentes. Está compuesto por estaciones interconectadas mediante protocolos de red como OPC-UA, IO-Link, y PROFINET, lo que permite a los estudiantes trabajar en un entorno altamente conectado que replica una fábrica inteligente. Este sistema

incluye tres módulos principales: Distribución Pro: Que separa automáticamente las piezas de trabajo de tres depósitos apilables y las procesa según el nivel de llenado, Unión Pro: Que agrega componentes a las piezas basándose en la etiqueta RFID de cada una, permitiendo la personalización del producto según los requisitos de la producción, Clasificación en Línea: Que clasifica los productos en función de su calidad y pedido, distribuyendo los productos a diferentes canales de salida o enviándolos a estaciones posteriores para procesos adicionales. Además, el MPS 403-1 integra el Robotino, un robot móvil que transporta las piezas entre diferentes estaciones de trabajo. Esto amplía las capacidades del sistema al incluir la robótica móvil, lo que permite a los estudiantes aprender sobre transporte automatizado y logística interna dentro de una planta de producción (Festo, sf).

### Figura 13

*Fábrica de aprendizaje Distribución Pro, Unión y Clasificación en línea MPS 403-1*



**Nota.** Adaptado de *Fábrica de aprendizaje: Distribución PRO, Unión y Clasificación en línea*, por Festo, s.f.).

En la University of Stuttgart, el departamento de Innovative Materialflusstechnik (IFT) se centra en el desarrollo de sistemas de transporte inteligentes y autónomos, diseñados para

optimizar el flujo de materiales en entornos intralogísticos. El enfoque principal de este laboratorio es la simulación y optimización de procesos logísticos mediante el uso de tecnologías avanzadas como los sistemas transportadores de alta velocidad y los vehículos de guiado automático (AGV), que responden a las demandas de la Industria 4.0 (Universidad de Stuttgart, s.f.).

### **Figura 14**

*Innovative Materialflusstechnik*



**Nota.** Adaptado de *Innovative Materialflusstechnik*, por Universidad de Stuttgart, s.f.

El instituto Fraunhofer IML ha desarrollado el sistema O<sup>3</sup>dyn, un sistema de transporte autónomo altamente dinámico que combina la simulación y el aprendizaje automático para la manipulación de palés tanto en entornos exteriores como interiores. Con velocidades de hasta 36 km/h y capacidad para mover cargas pesadas, O<sup>3</sup>dyn representa un avance significativo en la logística autónoma y la optimización de flujos de trabajo en entornos industriales automatizados (Fraunhofer IML, s.f.).

**Figura 15**  
*O<sup>3</sup>dyn*



**Nota.** Adaptado de *O3dyn*, por Fraunhofer IML, s.f.

Japón, a través de SMC Corporation, ha desarrollado varios laboratorios didácticos que emulan fábricas inteligentes altamente automatizadas. Estos laboratorios permiten a los estudiantes experimentar con tecnologías de automatización industrial, Internet de las Cosas (IoT) y sistemas de manufactura avanzada, alineados con los conceptos de la Industria 4.0.

En Japón, SMC Corporation ha desarrollado la fábrica inteligente SIF-400, un sistema modular que simula un entorno completamente automatizado donde se producen y empaquetan recipientes personalizados. Los estudiantes pueden trabajar con conceptos avanzados de Internet de las Cosas (IoT) y la manufactura avanzada, aplicando tecnologías como el etiquetado, empaquetado y paletizado automatizados. El sistema SIF-400 está diseñado para la enseñanza y la investigación, proporcionando un entorno de aprendizaje flexible y conectado, que facilita el dominio de tecnologías aplicadas a la industria logística y de producción (SMC Corporation, 2024).

**Figura 16**  
*SIF-400*



**Nota.** Adaptado de *Productos de formación en automatización y control*, por SMC International Training, s.f.

El sistema M&I-400 de SMC Corporation es un laboratorio modular que simula una fábrica completamente automatizada. En este entorno, los estudiantes trabajan en diferentes estaciones secuenciales de ensamblaje, empaquetado y expedición, desarrollando conceptos de fabricación inteligente y conectada. Cada estación se centra en una tarea específica del proceso de producción, como la inspección de calidad, el tapado de recipientes y el ensamblaje de productos, lo que permite a los estudiantes aprender a gestionar y optimizar procesos productivos. Una característica destacada del M&I-400 es la estación de corrección asistida denominada Pick to Light, que guía a los estudiantes durante las tareas de ensamblaje mediante luces indicadoras, lo que mejora la eficiencia del proceso y reduce errores. Esta tecnología es ampliamente utilizada en entornos industriales modernos, lo que permite a los estudiantes familiarizarse con el uso de tecnologías avanzadas para la automatización de procesos (SMC Corporation, 2024).

**Figura 17**  
*M&I-400 de SMC Corporation*



**Nota.** Adaptado de *Laboratorios Smart Innovative Factory*, por SMC International Training, s.f.

El FMS-200 es un sistema flexible y modular que permite a las instituciones educativas configurar estaciones de trabajo que replican los procesos productivos reales de la industria. Este sistema ofrece la posibilidad de agregar estaciones adicionales para ampliar el alcance de las simulaciones. Las estaciones incluyen funciones como la inserción de ejes y tapas, el prensado hidráulico y el atornillado automatizado. Los estudiantes interactúan con tecnologías como sistemas SCADA, RFID, y motores eléctricos, que son ampliamente utilizados en la Industria 4.0. Este laboratorio permite a los estudiantes desarrollar habilidades en el manejo de sistemas modulares, optimización de procesos y automatización, lo que es fundamental para la gestión de fábricas inteligentes en la actualidad. El enfoque de FMS-200 está en crear un entorno de aprendizaje que sea fácilmente adaptable y ampliable a medida que evolucionen las necesidades educativas (SMC International Training, s.f.).

**Figura 18**  
*FMS-200*



**Nota.** Adaptado de *Equipos de formación en automatización y control*, por SMC International Training, s.f. (<https://www.smctraining.com/es/webpage/indexpage/287>). Copyright de SMC International Training.

En México, PRODETECK ha desarrollado el PRO-LAB 9000, un laboratorio de planeación, operación y control de la cadena de suministro enfocado en la enseñanza de la logística industrial. Este laboratorio permite simular escenarios de gestión de inventarios, almacenamiento y control de procesos logísticos utilizando herramientas profesionales y tecnología avanzada. Los estudiantes pueden trabajar en estaciones que replican procesos de almacenamiento de materias primas, productos en proceso y productos terminados, lo que fomenta el trabajo en equipo y les permite adquirir una comprensión profunda de la gestión de la cadena de suministro en un entorno automatizado (PRODETECK, 2024).

**Figura 19**  
*Pro-lab9000*



**Nota.** Adaptado de *Manual de prácticas laboratorio de transporte y logística PRODETEK PRO-LAB9000*, por Tecnológico de Estudios Superiores de Chalco, s.f

También en México en Guadalajara el Laboratorio de Ingeniería Industrial del ITESO está diseñado para replicar una cadena de producción y distribución, brindando a los estudiantes la posibilidad de estudiar cada etapa de los procesos industriales. Este laboratorio abarca aspectos importantes como el diseño, la planificación, el control de producción, el suministro, la gestión de inventarios y la logística. Está dividido en estaciones específicas que simulan desde la logística de transporte hasta el almacenamiento de materias primas, productos en proceso y productos terminados, facilitando el análisis de cada fase del proceso productivo. Este laboratorio ofrece herramientas que permiten a los estudiantes adquirir habilidades para coordinar y planificar actividades logísticas con el fin de optimizar tiempos y costos en el transporte y la entrega de productos. Además, el módulo de gestión de la cadena de suministro cuenta con pantallas interactivas y módulos de interconexión para simular todo el ciclo de

producción, lo que proporciona un entorno educativo ideal para el desarrollo de competencias en procesos logísticos y de manufactura esbeltos (ITESO, s.f)

**Figura 20**

*Laboratorio de ingeniería industrial: Manufactura y logística*



**Nota.** Adaptado de *Laboratorio de Ingeniería Industrial*, por ITESO, s.f.

(<https://laboratorios.iteso.mx/dpti-laboratorio-de-ingenieria-industrial/>).

En estados unidos el Instituto Tecnológico de Massachusetts (MIT) – Centro de Transporte y Logística (2019) El MIT ha estado a la vanguardia en la investigación de la automatización en la logística. En 2019, lanzaron un programa de investigación enfocado en el uso de blockchain y machine learning para optimizar las cadenas de suministro. Se desarrollaron simulaciones donde los estudiantes podían interactuar con entornos de logística automatizada, aprendiendo sobre la gestión de inventarios y la optimización de rutas en tiempo real, mediante la integración de tecnologías emergentes. (MIT Center for Transportation and Logistics, 2019).

**Figura 21**  
*MIT CAVE Lab*



**Nota.** Adaptado de *Computer-Aided Visualization Environment (CAVE)*, por Massachusetts Institute of Technology, s.f.

En el ámbito internacional, el MIT ha desarrollado el laboratorio CAVE (Computational Analytics, Visualization & Education), una plataforma interactiva de análisis y visualización de datos aplicada a la logística y la cadena de suministro. Este laboratorio no solo proporciona herramientas visuales avanzadas, sino que también promueve una comprensión más profunda y participativa de los problemas estratégicos, tácticos y operativos mediante la exploración de datos complejos en entornos interactivos. Su propósito es facilitar la toma de decisiones basadas en datos a través de representaciones visuales que optimicen la percepción humana y la cognición (MIT Center for Transportation & Logistics, s.f.).

## Marco Conceptual

**Automatización.** La Real Academia de las Ciencias Físicas y Exactas define la automática como el conjunto de métodos y procedimientos para la sustitución del operario en tareas físicas y mentales previamente programadas. De esta definición original se desprende la definición de la automatización como la aplicación de la automática al control de procesos industriales (Real Academia de las Ciencias Físicas y Exactas, como se cita en Ponsa & Granollers, 2019, p. 2).

La **automatización** en el contexto histórico más reciente, no solamente está relacionada con el proceso mismo, sino también con la distribución de los productos fabricados o con la prestación de servicios. Forma parte integrante de la concepción y de la gestión de los grandes complejos industriales, administrativos y comerciales. La automatización constituye, particularmente, uno de los factores de aumento de la productividad y de mejora de la calidad (García Moreno, s.f, p. 10).

**Tecnología.** La definición que nos da la real academia española es que la tecnología es "Conjunto de teorías y de técnicas que permiten el aprovechamiento práctico del conocimiento científico" (Real Academia Española, n.d.).

La **tecnología** en la actualidad, es ampliamente usada en el lenguaje académico y en el común para referirse a un conjunto increíblemente variado de fenómenos; herramientas, instrumentos, máquinas, organizaciones, métodos, técnicas, sistemas y la totalidad de todas estas cosas y otras similares en nuestra experiencia (Winner, 1979, p. 19).

**Prototipo.** Un prototipo es un primer modelo que sirve como representación o simulación del producto final y que nos permite verificar el diseño y confirmar que cuenta con las características específicas planteada, sin embargo, para tener mejores resultados se recomienda tomar en cuenta ciertas consideraciones, así como procesos, elementos y diferentes herramientas que ayuden a plasmar lo mejor posible la propuesta de producto o servicio (Ángeles-Ángeles, 2020, p. 33).

La **logística** aborda el flujo de los materiales, los productos terminados y la información asociada a los mismos (el flujo de la mercancía y el flujo de la información desarrollándose en paralelo), desde el proveedor hasta el cliente, con la calidad requerida, en el lugar y momentos precisos, y con los mínimos costes (González Cancelas, 2016, p. 1).

**Cadena de suministro.** Pulido (2014), precisa que una cadena de suministro son todas las actividades relacionadas con la transformación de un bien, desde la materia prima hasta el consumidor final, en tanto, Krawjesky et al, (2008) dan, a su vez, una definición más detallada y consideran la cadena de suministro como la red de servicios, materiales y flujos de información que vincula los procesos de relaciones con los clientes, surtido de pedidos y relaciones con los proveedores de una empresa con los procesos de sus proveedores y clientes, es decir, la cadena de suministro incluye las actividades asociadas desde la obtención de materiales para la transformación del producto hasta su colocación en el mercado.

La **Industria 4.0**, a menudo denominada la "cuarta revolución industrial", es un término utilizado para describir la combinación de varias innovaciones importantes en tecnología digital que están transformando los sectores de la energía y la fabricación en el siglo XXI. La Industria 4.0 está generando cambios importantes en la industria y en la forma en que se fabrican las

cosas. Innovaciones como la robótica avanzada, la inteligencia artificial, la computación en la nube, la fabricación digital (impresión 3D), los teléfonos inteligentes y los automóviles autónomos se están combinando para cambiar la forma en que operan las fábricas y las empresas. La Industria 4.0 está siendo impulsada por el movimiento hacia la digitalización y el desarrollo de fábricas inteligentes, que cambiarán la forma en que se realiza la fabricación. (Boone, 2024, p. 2).

## Metodología

El proyecto sigue una metodología de tipo aplicado y proyectivo, ya que parte del análisis de una necesidad real en el contexto de la U de Cundinamarca y busca proponer una solución concreta a través del diseño funcional de un prototipo automatizado de logística y abastecimiento. El proyecto se enfocó en el análisis del contexto, la selección de tecnologías viables y el diseño funcional y tridimensional del prototipo.

El alcance del proyecto está delimitado a la etapa de diseño y modelado 3D, por lo cual no contempla la construcción física del prototipo, sino que se centra en dejar documentado su diseño integral mediante modelado 3D en SolidWorks, con la posibilidad de ser desarrollado en fases futuras.

La metodología adoptada se organizó en fases permiten avanzar de lo general a lo específico, desde la identificación del problema hasta el modelado CAD del sistema. A continuación, se describen las principales actividades desarrolladas en cada fase:

### **Fase 1: Búsqueda documental**

En esta fase, se realizó una búsqueda documental de artículos, tesis, literatura, documentos y sitios web donde se logró ubicar información relevante para la investigación llevada a cabo, por lo cual la base de la búsqueda documental fue a la automatización, las tecnologías emergentes, cadena de suministro, logística y laboratorios automatizados. Seguido a esto se realiza un filtro a los documentos escogidos evaluando lo que realmente va a ser significativo e importante tener en cuenta para la base del proyecto. Obteniendo así información clara, lo cual logro establecer la base teórica del proyecto, determinar los avances tecnológicos

previos que pueden ser aplicados o adaptados al prototipo.

La información permite a su vez que con ella se evalúen y analicen algunos criterios importantes a tener en cuenta en cuanto la implementación de un laboratorio para el aprendizaje ya sea virtual o físico, hacer una comparativa frente a los laboratorios existentes y la implementación en el proceso de aprendizaje.

## **Fase 2: Análisis estratégico del contexto**

Durante esta fase se evaluó el entorno externo e interno que rodea al proyecto, con el fin de identificar los factores clave que pueden influir en la viabilidad, pertinencia y sostenibilidad del prototipo automatizado de logística y abastecimiento dentro de la Universidad de Cundinamarca.

Aplicando para ello las herramientas de Análisis PESTEL la cual fue utilizada para identificar los factores Políticos, Económicos, Sociales, Tecnológicos, Ecológicos y Legales que afectan el desarrollo e implementación de laboratorios automatizados en entornos universitarios para así lograr contextualizar el proyecto dentro del panorama de los diferentes sectores.

Así mismo se empleó la Matriz DOFA, elaborada con base en la información institucional y académica recolectada, con el fin de identificar las Fortalezas, Oportunidades, Debilidades y Amenazas del entorno universitario frente al desarrollo del prototipo lo cual ayudó a reconocer recursos disponibles, limitaciones técnicas o presupuestales, y posibles alianzas o barreras externas. Seguido a esto se da empleo la herramienta Análisis CAME, aplicado tras la matriz DOFA, para transformar cada hallazgo en acciones concretas mediante estrategias para Corregir debilidades, Afrontar amenazas, Mantener fortalezas y Explotar oportunidades, para así definir líneas de acción claras para el diseño y aplicación del prototipo y la viabilidad del mismo.

### **Fase 3: Diagnóstico de la problemática**

Esta fase se orientó a comprender en profundidad las causas fundamentales que originan la problemática central del proyecto la cual es la ausencia de laboratorios automatizados que fortalezcan el aprendizaje práctico en logística y abastecimiento en la Universidad de Cundinamarca, extensión Soacha. Por tal motivo se aplicaron herramientas tales como Diagrama de Ishikawa el cual permitió comprender el origen y dimensiones del problema, para que de tal manera las decisiones de diseño y desarrollo del prototipo sean más precisa.

### **Fase 4: Selección de tecnologías y herramientas**

En esta fase, basados en la revisión documental y la necesidad encontrada en la universidad de Cundinamarca se da la propuesta del diseño prototipo y el funcionamiento que se desea que cumpla el prototipo, durante esta fase se llevaron a cabo una serie de lluvia de ideas enfocadas en definir el tipo de tecnologías y herramientas que permitirían responder a la necesidad identificada en la Universidad de Cundinamarca para así contar con un entorno práctico y automatizado para el aprendizaje de procesos de la cadena de suministro. Con base en la revisión documental sobre tecnologías existentes en laboratorios de logística y abastecimiento, tanto a nivel nacional como internacional las problemáticas y necesidades de los estudiantes de la Universidad de Cundinamarca, se evaluaron distintas alternativas tecnológicas considerando su aplicabilidad a un entorno académico, modularidad, facilidad de implementación y capacidad de simular procesos reales, logrando las funciones deseadas en el prototipo: recepción de mercancía, identificación, clasificación y almacenamiento automatizado.

Con base en estos elementos, se elaboraron diagramas funcionales y bosquejos del

sistema donde se representaron los componentes necesarios para cada etapa del proceso. Se validaron estas propuestas mediante consultas con docentes, integrantes del semillero, lo cual permitió refinar la idea inicial. Posteriormente, se seleccionaron las tecnologías específicas.

### **Fase 5: Bosquejos de diseño del prototipo, Diseño en CAD**

Durante esta fase se da inicio a la conceptualización visual y técnica del prototipo automatizado mediante la elaboración de bosquejos preliminares y su posterior modelado en CAD para ello se da la creación de los bosquejos de diseño del prototipo, donde se logra definir cómo van a ser las piezas y componentes, su disposición, y cómo interactuarán para formar un sistema cohesivo. El diseño de este sistema se realiza utilizando software de diseño SolidWorks, la cual es herramienta que permite modelar cada pieza en 3D, verificar cómo serian ensambladas y visualizar el funcionamiento del sistema antes de su fabricación. Esta fase garantiza precisión en cada etapa, desde el diseño hasta la construcción del prototipo, y permite ajustes y modificaciones en el modelo digital antes de llevar el diseño a producción.

## Resultados

### Desarrollo Fase 1: Búsqueda documental

Se realizó una búsqueda documental en las bases de datos académicas donde se logró ubicar artículos, tesis, literatura en relación con la logística, la cadena de abastecimiento, la automatización, las tecnologías y los laboratorios automatizados, luego se filtró la información dejando los documentos en los cuales se encontraron elementos específicos útiles para el proyecto del prototipo automatizado de logística y abastecimiento, desde conceptos hasta métodos y estudios antes realizados, lo cual dio entrada al proceso de investigación y centralización de los conocimientos y conceptos base requeridos para el desarrollo y estructuración del proyecto, durante la búsqueda documental en las bases de datos académicas no fueron encontrados documentos como guía principal con gran similitud al proyecto abarcado.

**Figura 22**  
*Búsqueda documental filtrada*

A	B	C	D	E	F	G
Cites	Authors	Title	Year	Source	Publisher	ArticleURL
	LAM García	Gestión logística integral-3ra edición: Las mejores prácticas en la cadena de abastecimiento	2023		books.google.com	<a href="https://books.google.com/books?hl=es&amp;lr=&amp;id=Eqv6AAw">https://books.google.com/books?hl=es&amp;lr=&amp;id=Eqv6AAw</a>
	LBRI Medina, AG Sánchez, FFE Forero, PIME Espinoza	Gestión empresarial de la cadena de suministro	2021		books.google.com	<a href="https://books.google.com/books?hl=es&amp;lr=&amp;id=DeEAAw">https://books.google.com/books?hl=es&amp;lr=&amp;id=DeEAAw</a>
	CAZ Yáñez, EG Kuffó, MV Velásquez...	Beneficios y desafíos del uso de las TIC en la cadena de suministro	2020		dialnet.unirioja.es	<a href="https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=747376">https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=747376</a>
	XC Bonilla Neyra	Propuesta de un sistema de automatización para mejorar la productividad en el área de abas	2020		tesis.usat.edu.pe	<a href="http://tesis.usat.edu.pe/handle/20.500.12423/2737">http://tesis.usat.edu.pe/handle/20.500.12423/2737</a>
	LR Pérez Silva	Optimización en operaciones logísticas y redes de abastecimiento-supply chain en las PYM	2023		repository.ucc.edu.co	<a href="https://repository.ucc.edu.co/items/d23d6e4-4b77-4e5e">https://repository.ucc.edu.co/items/d23d6e4-4b77-4e5e</a>
	IJ Esumer	Control y automatización inteligente.	2018		repositorio.esumer.edu.co	<a href="https://repositorio.esumer.edu.co/handle/esumer/1303">https://repositorio.esumer.edu.co/handle/esumer/1303</a>
	S Puerta Salazar, VA Rodríguez Hübner	Automatización de almacenes: nuevas tecnologías	2021		repositorio.ulima.edu.pe	<a href="https://repositorio.ulima.edu.pe/handle/20.500.12724/133">https://repositorio.ulima.edu.pe/handle/20.500.12724/133</a>
	L Palafox Catral	Automatización centro logístico		dSPACE.uhm.es		<a href="http://dSPACE.uhm.es/handle/11000/26546">http://dSPACE.uhm.es/handle/11000/26546</a>
	R Nawech Chain	Automatización del proceso logístico mediante la aplicación web para optimizar la rentabili	2021		repositorio.ucv.edu.pe	<a href="https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12632/7385">https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12632/7385</a>
	JG Castillo Calistro, GL Espinoza Moreno	Automatización en el traslado de sacos de la línea de enraque para la reducción de tiempos	2019		repositorio.urp.edu.pe	<a href="https://repositorio.urp.edu.pe/handle/20.500.14138/2770">https://repositorio.urp.edu.pe/handle/20.500.14138/2770</a>
	M Valle González	Diseño e implantación de un sistema digital para el control de movimientos de materias primas	2022		uvadoc.uva.es	<a href="https://uvadoc.uva.es/handle/10324/54255">https://uvadoc.uva.es/handle/10324/54255</a>
	VGB Uzcátegui	Cadena de suministro 4.0 una tendencia disruptiva/Supply Chain 4.0 a Disruptive Trend.	2021	Revista Visión Gerencial	go.gale.com	<a href="https://go.gale.com/ps/i.do?id=GALE&amp;7CA6735256498">https://go.gale.com/ps/i.do?id=GALE&amp;7CA6735256498</a>
	CA Romero Zamora	Tecnologías de la información y comunicación para la gestión de la logística interna	2019		core.ac.uk	<a href="https://core.ac.uk/download/pdf/286064323.pdf">https://core.ac.uk/download/pdf/286064323.pdf</a>
	JM Dávalos Rojas	Simulación de un sistema logístico con software y su impacto en la rentabilidad de los proces	2019		repositorio.ucv.edu.pe	<a href="https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12632/6367">https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12632/6367</a>
	CD Hernández Ibañez, DC Torres Árevalo	Diseño de software inteligente para apoyo en los procesos logísticos	2020		repositorio.udistral.edu.co	<a href="https://repositorio.udistral.edu.co/handle/11343/25034">https://repositorio.udistral.edu.co/handle/11343/25034</a>
	KS Letrado Ramírez	Formulación y desarrollo de una propuesta de automatización para la Empresa Sodimac SA	2022		repositorio.utade	<a href="https://repositorio.utade.edu.co/handle/20.500.12632/6038">https://repositorio.utade.edu.co/handle/20.500.12632/6038</a>
	PET Soria Zegarra	Sistema web para la gestión logística en la empresa Di.Electric Solutions	2018		repositorio.ucv.edu.pe	<a href="https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12632/6038">https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12632/6038</a>
	G Vega, EO Manrílla, D Conte...	Simulación por eventos discretos: Aplicación en un proyecto de automatización industrial	2022	Operativa (SIIO) 2022	sedici.unlp.edu.ar	<a href="http://sedici.unlp.edu.ar/handle/10315/15383">http://sedici.unlp.edu.ar/handle/10315/15383</a>
	KN Triana Qntz	Estado del arte de la implementación del dion en las actividades logísticas		repositorio.unad.edu.co		<a href="https://repositorio.unad.edu.co/handle/10536/33483">https://repositorio.unad.edu.co/handle/10536/33483</a>
	Edwar M Leonard	Design and implementation of an enterprise data warehouse	2011		Marquette University e-Publications@Marquette	<a href="https://publications.marquette.edu/cgi/viewcontent.cgi?content=1&amp;context=theses_open">https://publications.marquette.edu/cgi/viewcontent.cgi?content=1&amp;context=theses_open</a>
	Martins O, Adekunle A, Adejuyigbe S, Arowolo M, Adejemi H	PROTOTYPE LINE FOLLOWING AUTOMATIC GUIDED VEHICLE (AGV) FOR UNIT LOAD DISPATCH IN AN OFFICE ENVIRONMENT	2019		FUDIMA Journal of Sciences	<a href="https://www.academia.edu/43434309/prototype_line_following_guided_vehicle_agv_for_unit_load_dispatch_in_office_environment">https://www.academia.edu/43434309/prototype_line_following_guided_vehicle_agv_for_unit_load_dispatch_in_office_environment</a>
	Jose antonio Rojas - Miguel Angel Castañeda	OPTIMIZACIÓN DE LA DISTRIBUCIÓN LOGÍSTICA DE ÚLTIMA MILLA (DUM) DE UNA EMPRESA COMERCIALIZADORA DE PRODUCTOS ALIMENTICIOS APLICANDO UN ALGORITMO GENÉTICO MULTIOBJETIVO Y SU IMPACTO EN LOS COSTOS, EN LIMA	2018		Científica Universidad Científica del sur	<a href="https://repositorio.cientifica.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12111-Rojas-Casta%C3%B1eda.pdf?sequence=18&amp;isAllowed=y">https://repositorio.cientifica.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12111-Rojas-Casta%C3%B1eda.pdf?sequence=18&amp;isAllowed=y</a>
	Maryan Natalia Castro Peña - flúis Alfonso Robles Rangel	Laboratorio de logística internacional como modelo de competitividad aplicado en las universidades de Colombia	2018		UDI - Universidad de investigación y desarrollo	<a href="https://siviu.udi.edu.co/ojs/index.php/ID/article/view/">https://siviu.udi.edu.co/ojs/index.php/ID/article/view/</a>

Fuente: Elaboración Propia

Debido a que la información encontrada fue útil en cuestión de profundización de conceptos y usos, pero escasa en ejemplificación de laboratorios o prototipos de abastecimiento y logística, se realizó una búsqueda en páginas web verificadas de las empresas e industrias que

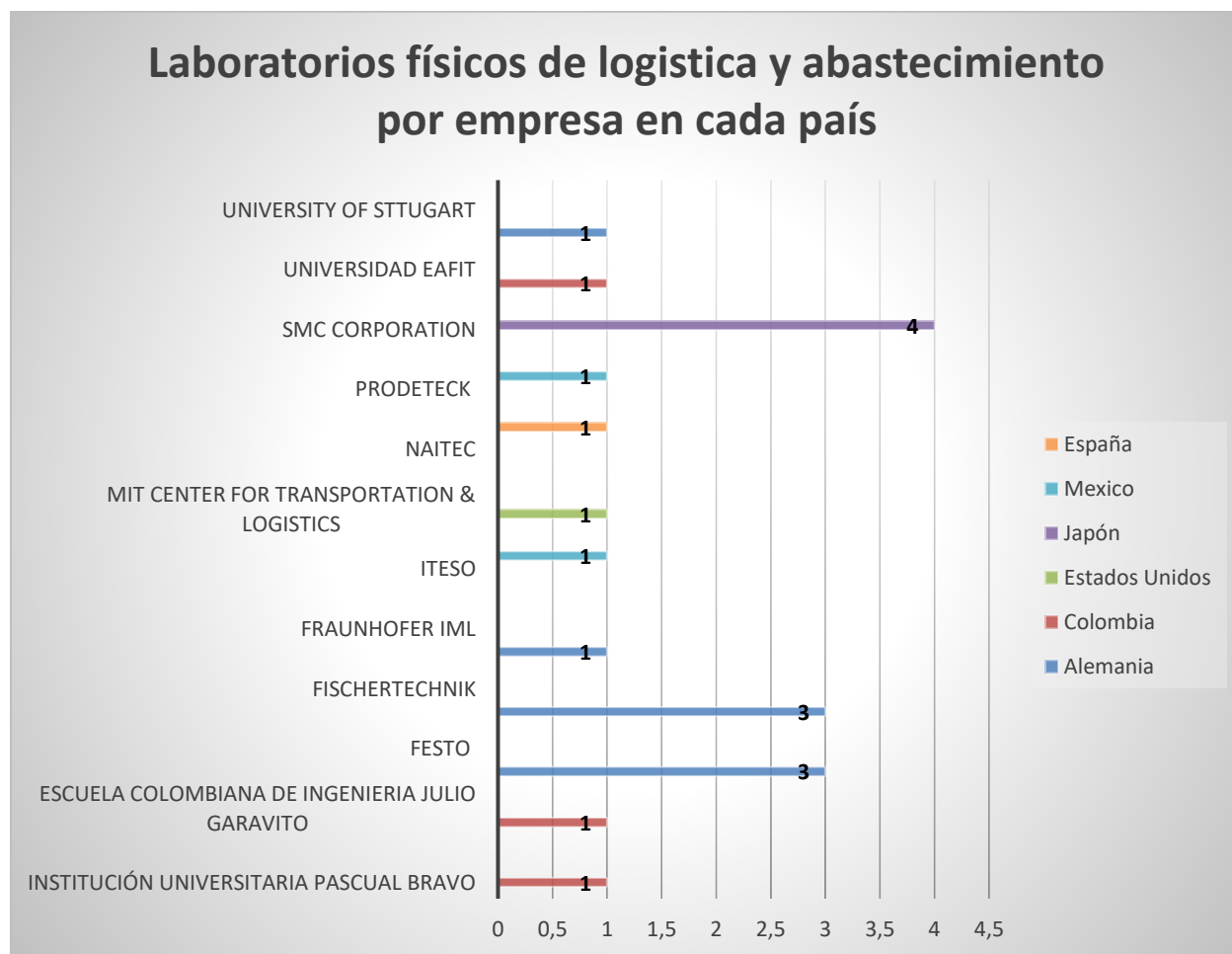
se encargan o tienen líneas de producción de este tipo de módulos (laboratorios) físicos o virtuales de logística y abastecimiento automatizados, en dicha búsqueda se realizó dos matrices una de los laboratorios existentes físicos y otra matriz de los virtuales, donde se especifican factores clave como la empresa la cual los fabrica, el país de origen, el nombre del laboratorio, descripción, características y componentes y una ilustración visual de cada laboratorio.

**Figura 23**  
Matriz de los laboratorios físicos ya existentes

LABORATORIOS FÍSICOS SOBRE LOGÍSTICA Y ABASTECIMIENTO							
EMPRESA	PAÍS	NOMBRE DE LABORATORIO	DESCRIPCIÓN	CARACTERÍSTICAS	IMAGEN	CONTENIDO	
Funkrolabtech	Alemania	Tronix Factory Industry 4.0 REV	El fábrica de operación real controlada por los módulos de la fábrica realista de almacenamiento y transporte, además de sus líneas de montaje de robots, realiza de múltiples maneras en línea, en la hora de clasificación con componentes de software, en un entorno controlado y en línea virtual. Tronix Factory de las mejores partes, en el mundo de la fábrica de robots en línea, después de hacer el pedido en el laboratorio de montaje, los procesos de trabajo que se han perfeccionado en la fábrica y el robot controlado en línea en el laboratorio de montaje. El robot industrial fabrica partes de los robots de montaje, hace el pedido a la fábrica de montaje. Debido al tiempo de espera de la fabricación, la fábrica puede ser fabricada en línea para la parte de un robot para el montaje y envío hacia el work. Los procesos industriales son controlados por PLC (PLC) con Panel Comandado (HMI) con pantalla táctil en línea en el laboratorio de montaje. Cada parte de robot se hace en línea en el estado real de los procesos de trabajo y el proceso de montaje.	Realista en operación en profundidad, la hora de la comparación rápida sobre sus líneas de producción realista. Tronix Factory de las mejores partes, en el mundo de la fábrica de robots, en línea, en el mundo de la fabricación de montaje. Construcción de robots integrados en el laboratorio, control de líneas de fabricación industrial, se puede integrar en el laboratorio, control de líneas de fabricación industrial. Incluyendo un programa PLC controlado por pantalla táctil (HMI) con pantalla táctil. Dimensiones del módulo, incluye la placa base 100x100x100 mm		Robots PILOT Control MFCORIN Robot MFC-TV www.funkrolabtech.com ciber.usb	realista VILAR realista de almacenamiento y transporte Tablero de la línea de montaje
Funkrolabtech	Alemania	Simulación de Fábrica 3D	Construcción de la línea de clasificación de módulos con componentes de robot, realiza de múltiples maneras en línea, además de sus líneas de montaje de robots, en un entorno controlado y en línea virtual. Tronix Factory de las mejores partes, en el mundo de la fábrica de robots en línea, después de hacer el pedido en el laboratorio de montaje, los procesos de trabajo que se han perfeccionado en la fábrica y el robot controlado en línea en el laboratorio de montaje. El robot industrial fabrica partes de los robots de montaje, hace el pedido a la fábrica de montaje. Debido al tiempo de espera de la fabricación, la fábrica puede ser fabricada en línea para la parte de un robot para el montaje y envío hacia el work. Los procesos industriales son controlados por PLC (PLC) con Panel Comandado (HMI) con pantalla táctil en línea en el laboratorio de montaje. Cada parte de robot se hace en línea en el estado real de los procesos de trabajo y el proceso de montaje.	Modularidad de construcción, simulación y dimensionalidad para formación y profesionalización y actualización industrial. Plataforma de gestión realista, se puede integrar en el laboratorio, control de líneas de fabricación industrial. Dimensiones del módulo, incluye la placa base 100x100x100 mm. MFCORIN: Un módulo PLC de 24 V, es imprescindible para el funcionamiento del módulo, incluye la placa base 100x100x100 mm		2. Software de simulación (módulo de control realista con software realista) 3. Simulador de control realista (módulo) 4. Aplicaciones (interfaz gráfica de usuario) 5. Tablero de control 6. 2. Software de simulación 7. Simulador de control realista (módulo) 8. Aplicaciones (interfaz gráfica de usuario) 9. Tablero de control 10. 2. Software de simulación	
Funkrolabtech	Alemania	Módulo de línea de montaje de robots 3D	Estudio de transformación en línea de los módulos de robot, realiza de múltiples maneras en línea, además de sus líneas de montaje de robots, en un entorno controlado y en línea virtual. Tronix Factory de las mejores partes, en el mundo de la fábrica de robots en línea, después de hacer el pedido en el laboratorio de montaje, los procesos de trabajo que se han perfeccionado en la fábrica y el robot controlado en línea en el laboratorio de montaje. El robot industrial fabrica partes de los robots de montaje, hace el pedido a la fábrica de montaje. Debido al tiempo de espera de la fabricación, la fábrica puede ser fabricada en línea para la parte de un robot para el montaje y envío hacia el work. Los procesos industriales son controlados por PLC (PLC) con Panel Comandado (HMI) con pantalla táctil en línea en el laboratorio de montaje. Cada parte de robot se hace en línea en el estado real de los procesos de trabajo y el proceso de montaje.	Modularidad de construcción, simulación y dimensionalidad para formación y profesionalización y actualización industrial. Plataforma de gestión realista, se puede integrar en el laboratorio, control de líneas de fabricación industrial. Dimensiones del módulo, incluye la placa base 100x100x100 mm. MFCORIN: Un módulo PLC de 24 V, es imprescindible para el funcionamiento del módulo, incluye la placa base 100x100x100 mm		2. Software de simulación (módulo de control realista con software realista) 3. Simulador de control realista (módulo) 4. Aplicaciones (interfaz gráfica de usuario) 5. Tablero de control 6. 2. Software de simulación 7. Simulador de control realista (módulo) 8. Aplicaciones (interfaz gráfica de usuario) 9. Tablero de control 10. 2. Software de simulación	
SHC Corporation	Japón	SIP-001	El tiempo de espera de la fabricación de los módulos de robot, realiza de múltiples maneras en línea, además de sus líneas de montaje de robots, en un entorno controlado y en línea virtual. Tronix Factory de las mejores partes, en el mundo de la fábrica de robots en línea, después de hacer el pedido en el laboratorio de montaje, los procesos de trabajo que se han perfeccionado en la fábrica y el robot controlado en línea en el laboratorio de montaje. El robot industrial fabrica partes de los robots de montaje, hace el pedido a la fábrica de montaje. Debido al tiempo de espera de la fabricación, la fábrica puede ser fabricada en línea para la parte de un robot para el montaje y envío hacia el work. Los procesos industriales son controlados por PLC (PLC) con Panel Comandado (HMI) con pantalla táctil en línea en el laboratorio de montaje. Cada parte de robot se hace en línea en el estado real de los procesos de trabajo y el proceso de montaje.	Plataforma de gestión realista, se puede integrar en el laboratorio, control de líneas de fabricación industrial. Dimensiones del módulo, incluye la placa base 100x100x100 mm. MFCORIN: Un módulo PLC de 24 V, es imprescindible para el funcionamiento del módulo, incluye la placa base 100x100x100 mm		SIP-001: Estación de almacenamiento de partes y componentes SIP-002: Estación de línea de montaje de partes SIP-003: Estación de línea de montaje de partes SIP-004: Estación de línea de montaje de partes SIP-005: Estación de línea de montaje de partes SIP-006: Estación de línea de montaje de partes SIP-007: Estación de línea de montaje de partes SIP-008: Estación de línea de montaje de partes SIP-009: Estación de línea de montaje de partes SIP-010: Estación de línea de montaje de partes	
SHC Corporation	Japón	MHI-001	MHI-001 es un módulo de línea de montaje de robots, realiza de múltiples maneras en línea, además de sus líneas de montaje de robots, en un entorno controlado y en línea virtual. Tronix Factory de las mejores partes, en el mundo de la fábrica de robots en línea, después de hacer el pedido en el laboratorio de montaje, los procesos de trabajo que se han perfeccionado en la fábrica y el robot controlado en línea en el laboratorio de montaje. El robot industrial fabrica partes de los robots de montaje, hace el pedido a la fábrica de montaje. Debido al tiempo de espera de la fabricación, la fábrica puede ser fabricada en línea para la parte de un robot para el montaje y envío hacia el work. Los procesos industriales son controlados por PLC (PLC) con Panel Comandado (HMI) con pantalla táctil en línea en el laboratorio de montaje. Cada parte de robot se hace en línea en el estado real de los procesos de trabajo y el proceso de montaje.	Plataforma de gestión realista, se puede integrar en el laboratorio, control de líneas de fabricación industrial. Dimensiones del módulo, incluye la placa base 100x100x100 mm. MFCORIN: Un módulo PLC de 24 V, es imprescindible para el funcionamiento del módulo, incluye la placa base 100x100x100 mm		MHI-001: Estación de almacenamiento, actualización y control de los robots. MHI-002: Estación de almacenamiento de partes y componentes MHI-003: Estación de línea de montaje de partes MHI-004: Estación de línea de montaje de partes MHI-005: Estación de línea de montaje de partes MHI-006: Estación de línea de montaje de partes MHI-007: Estación de línea de montaje de partes MHI-008: Estación de línea de montaje de partes MHI-009: Estación de línea de montaje de partes MHI-010: Estación de línea de montaje de partes	

Fuente: propia

La información sobre los laboratorios físicos ya existentes de logística y abastecimiento permitió conocer e identificar en que países y empresas se encuentran los laboratorios, la participación de Colombia en este tipo de proyectos, el avance y la inversión en logística y abastecimiento en diferentes partes del mundo, componentes y características exitosas en los laboratorios, lo cual facilitó la selección de algunos elementos que podían ser implementados en el prototipo, permitió identificar la necesidad y la oportunidad de mejora, identificar tendencias, permitió a su vez cierto análisis donde se evaluaron criterios para detectar carencias y fortalezas.

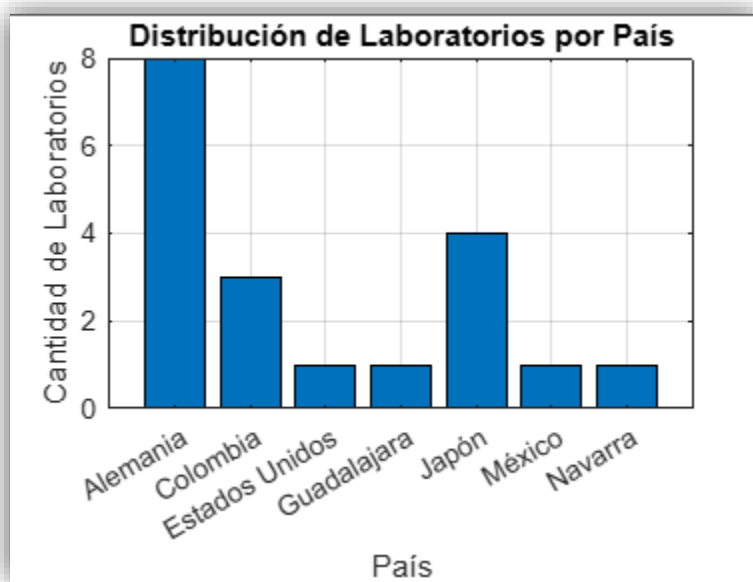
**Figura 24***Matriz de los laboratorios físicos ya existentes*

Fuente: Elaboración propia.

Por medio de la matriz se identificó el país y las empresas que fabrican los laboratorios de logística y abastecimiento donde se evidencia cierta distribución geográfica: Alemania, Japón Estados unidos, Colombia, México, España. Por medio del grafico se logra identificar que la empresa con más laboratorios físicos de logística y abastecimiento es la empresa SMC Corporation la cual pertenece al país de Japón seguido de las empresas alemanas Fischertechnik junto con Festo.

**Figura 25**

*Distribución de laboratorios Físicos automatizados de logística y abastecimiento según país.*

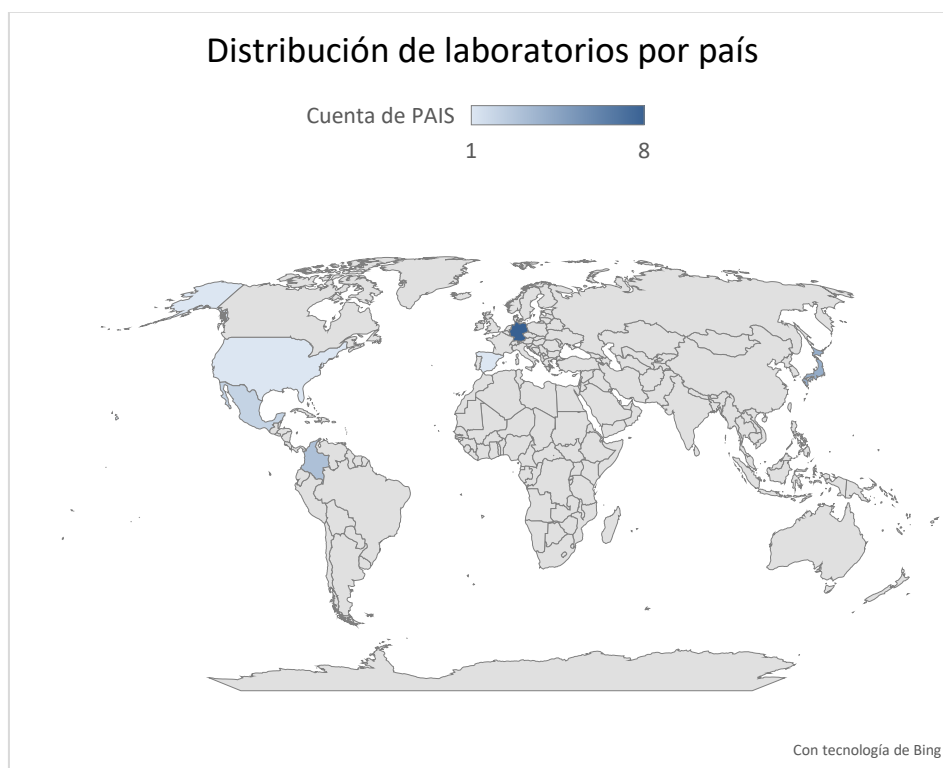


Fuente propia.

Entre los primeros hallazgos se evidenció que el país con más participación en la fabricación de laboratorios físicos es Alemania con empresas como Fraunhofer IML, fischertchnik y Festo lo cual refleja un alto nivel de inversión en innovación logística y manufactura avanzada desarrollando modelos aplicables tanto a la industria como a la academia, En Alemania, el 62 % de las empresas utilizan tecnologías y soluciones relacionadas con la Industria 4.0 (software, servicios de TI y hardware), según un estudio de 2021 de la asociación digital Bitkom (Germany Trade & Invest, n.d.). Además de Alemania, estados unidos y Japón también cuentan con laboratorios destacados como MIT center for Transportation & logistics y SMC Corporation. Mientras que en México y Colombia cuentan con algunas iniciativas, pero en menor cantidad de participación comparados con países industrializados, lo cual sugiere que estos espacios están alineados con las necesidades productivas de cada región.

**Figura 26**

*Mapa de localización de los laboratorios Físicos automatizados de logística y abastecimiento.*



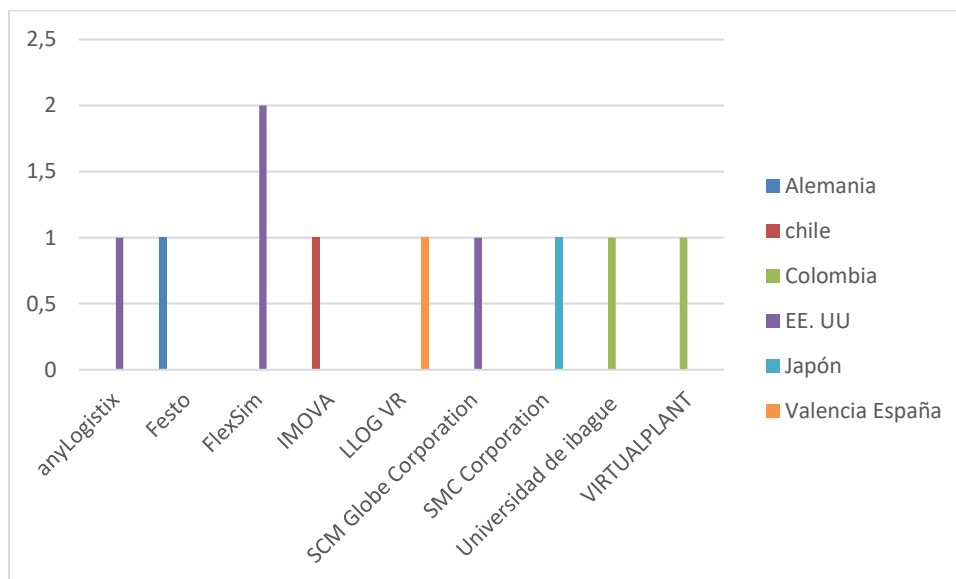
Fuente. Elaboración Propia

El mapa evidencia la dispersión de laboratorios en distintas regiones, lo que permite identificar concentraciones en áreas con alta inversión en innovación y tecnología para el diseño de prototipos automatizados de logística y abastecimiento destacando países como Alemania, Estados Unidos y Japón. En la imagen se aprecian contrastes entre países con fuerte tradición industrial y aquellos emergentes que están en crecimiento, como Colombia. Esta diferencia refleja el grado de madurez en el desarrollo tecnológico como la capacidad de inversión en investigación y desarrollo de cada país.



**Figura 28**

*Laboratorios virtuales de logística y abastecimiento existentes por empresa en cada país*

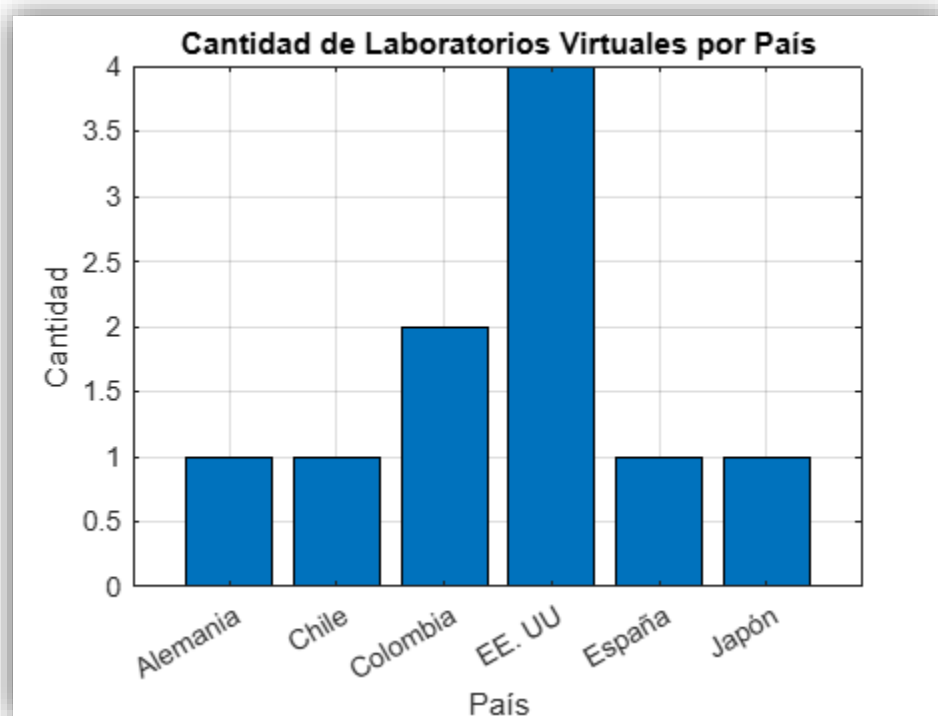


Fuente: Elaboración Propia

En el gráfico se observa la cantidad de laboratorios virtuales identificados en diferentes universidades y entidades a nivel internacional. Las instituciones se presentan categorizadas por país, lo que permite visualizar geográficamente el desarrollo de este tipo de entornos tecnológicos en la enseñanza de logística y abastecimiento. Se destaca un mayor número de laboratorios en países con alta inversión en innovación educativa, el país con más cantidad de laboratorios es EE.UU de la empresa FlexSim, AnyLogistix y SCM Globe corporation.

**Figura 29**

*Cantidad de laboratorios virtuales por país.*



Fuente: Elaboración propia

Por medio del gráfico de la figura presentada se evidencia de forma clara los países con mayor presencia de laboratorios virtuales enfocados en logística y abastecimiento. Se observa que Estados Unidos lidera con una amplia oferta, seguido por países como Alemania, China y Brasil. Esta distribución evidencia una fuerte apuesta por la innovación educativa en regiones con alto desarrollo tecnológico e industrial. A su vez, refleja las oportunidades de mejora que tienen otras naciones para fortalecer sus entornos de aprendizaje virtual.

### Figura 30

Mapa de color ubicación de laboratorios por país.



Fuente: Elaboración propia

El mapa del color complementa la información anterior mediante un mapa que permite identificar visualmente la concentración geográfica de los laboratorios virtuales. Los tonos más intensos indican una mayor cantidad de estas plataformas, destacando nuevamente a Estados Unidos, parte de Europa Occidental y algunas regiones de Asia. Este panorama permite entender las tendencias globales en educación tecnológica y subraya la necesidad de fomentar estos espacios en países con menor representación.

Durante la búsqueda documental se identificó que la mayoría de los laboratorios automatizados de logística y abastecimiento que operan actualmente han sido adquiridos a empresas especializadas, como *Fischertechnik*, *SMC Corporation*, *Festo*, entre otras, indicando esto que no son desarrollos propios de las universidades, sino soluciones comerciales adaptadas al contexto académico. Lo cual puede implicar que, si bien los estudiantes de otras universidades en Colombia y alrededor del mundo acceden a herramientas tecnológicas avanzadas, no tienen

participación de manera activa en el diseño o implementación de estos laboratorios, perdiendo así una valiosa oportunidad de aprendizaje práctico, creativo e innovador.

En Colombia, aunque instituciones como la Universidad de los Andes, la Universidad Nacional y la Escuela Colombiana de Ingeniería Julio Garavito han avanzado en la implementación de estos espacios, en muchos casos estos han sido el resultado de alianzas con proveedores externos o adquisiciones directas, más que de procesos formativos liderados por la comunidad universitaria, lo cual indica que la universidad de Cundinamarca sería de las pioneras en la creación de recursos automatizados de creación propia para el fortalecimiento del aprendizaje.

## Desarrollo Fase 2: Análisis estratégico del contexto

**Tabla 1**

*Análisis PESTEL orientado a la viabilidad del laboratorio automatizado en la Universidad de Cundinamarca, sede Soacha*

<p><b>P</b> <b>POLITICO</b></p> <p>La política nacional en educación superior impulsa proyectos de innovación pedagógica y fortalecimiento de capacidades tecnológicas, permitiendo que iniciativas como laboratorios automatizados sean elegibles para apoyos institucionales, incentivos públicos o alianzas universidad–empresa. Esto posiciona el proyecto como alineado con los lineamientos del MEN y del desarrollo regional.</p>	<p><b>E</b> <b>ECONOMICO</b></p> <p>Frente a restricciones presupuestales, la opción de un laboratorio automatizado con enfoque modular y de bajo costo (prototipos en impresión 3D, software libre o académico) representa una solución viable para suplir la necesidad de práctica profesional en logística. A largo plazo, reduce costos operativos y permite ampliar el acceso con inversión contenida.</p>	<p><b>S</b> <b>SOCIAL</b></p> <p>La población estudiantil manifiesta una necesidad concreta de experiencias prácticas que complementen lo teórico. El laboratorio fortalecería el perfil profesional de los estudiantes, mejorando su empleabilidad y pertinencia en el entorno productivo. Además, permite mayor inclusión al brindar acceso a recursos didácticos digitales desde distintos contextos.</p>
<p><b>T</b> <b>TECNOLOGICO</b></p> <p>El proyecto es factible técnicamente porque la universidad ya cuenta con herramientas como SolidWorks, impresoras 3D y conocimientos básicos de Arduino. Además, las tendencias en logística 4.0, simuladores, VR/AR y automatización refuerzan la pertinencia académica del prototipo. Esto permite desarrollar una solución escalable que integre prácticas reales y virtuales.</p>	<p><b>E</b> <b>ECOLOGICO</b></p> <p>El laboratorio automatizado promueve sostenibilidad al reducir residuos físicos y consumo energético. A diferencia de laboratorios tradicionales, se puede combinar la simulación con prototipos pequeños, lo que reduce el impacto ambiental y está alineado con las políticas institucionales de responsabilidad ambiental y gestión verde.</p>	<p><b>L</b> <b>LEGAL</b></p> <p>Cumple con normas de seguridad y calidad educativa. El prototipo puede integrarse al currículo bajo los lineamientos del CNA y las normas como la ISO 14001, demostrando que su implementación es jurídicamente viable, segura y compatible con estándares académicos nacionales.</p>

**Nota.** Elaboración propia

Mediante el análisis PESTEL se dio la comprensión de la influencia de los factores del entorno externo en la posible implementación del prototipo automatizado de logística y abastecimiento. Por ejemplo, se identificó que el interés del gobierno en promover la educación técnica y tecnológica (factor político), junto con los avances tecnológicos aplicados a la enseñanza (factor tecnológico), pueden favorecer esta propuesta. Sin embargo, también se evidencian barreras económicas y sociales, como la limitación presupuestal de muchas universidades públicas como es el caso de la universidad de Cundinamarca y la falta de cultura investigativa en algunos contextos regionales. Siendo así esta herramienta clave para aterrizar la viabilidad del proyecto en un contexto real y actual.

**Tabla 2**

*Matriz FODA del proyecto de Prototipo automatizado de logística y abastecimiento*

<p><b>F</b> FORTALEZAS</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Acceso a software como SolidWorks y equipos como impresoras 3D.</li> <li>• Apoyo de docentes y semilleros de investigación.</li> <li>• Interés institucional en proyectos de innovación.</li> </ul>	<p><b>D</b> DEBILIDADES</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Infraestructura física limitada.</li> <li>• Recursos presupuestales ajustados.</li> <li>• Falta de experiencia previa en automatización educativa.</li> </ul>
<p><b>O</b> OPORTUNIDADES</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Demanda estudiantil por prácticas activas.</li> <li>• Convocatorias nacionales de innovación educativa.</li> <li>• Alianzas posibles con empresas tecnológicas.</li> </ul>	<p><b>A</b> AMENAZAS</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Obsolescencia tecnológica rápida.</li> <li>• Riesgo de baja adopción sin estrategias de apropiación.</li> <li>• Limitaciones en conectividad o soporte técnico.</li> </ul>

I  
N  
T  
E  
R  
N  
O  
S

E  
X  
T  
E  
R  
N  
O  
S

**Nota.** Elaboración propia

La matriz FODA gracias a la evaluación los factores internos y externos logro que se conocieran aspectos importantes como en el caso del entorno interno las fortalezas y debilidades y de parte del entorno externo las oportunidades y amenazas del proyecto, siendo clave para la posterior toma de decisiones y definición de estrategias de mejora. Entre las fortalezas más destacadas se encuentra la participación activa del semillero de investigación y el compromiso estudiantil con la innovación. Como oportunidades, resalta la posibilidad de ser pioneros en la creación de un prototipo funcional con fines educativos. En contraste, también se identificaron debilidades como el acceso limitado a recursos tecnológicos, y amenazas como el posible desinterés institucional o la dependencia de proveedores externos. Esta matriz sirvió como punto de partida para construir una estrategia sólida basada en el diagnóstico real del contexto.

**Tabla 3**

*Estrategias CAME derivadas del análisis DOFA*

<p style="text-align: center;"><b>CORREGIR DEBILIDADES</b></p> <p>Capacitar a docentes en tecnologías de automatización educativa. Diseñar un laboratorio escalable con módulos impresos en 3D para reducir costos. Gestionar alianzas con entidades externas.</p> <p style="text-align: right; border: 1px solid black; padding: 2px;">C</p>	<p style="text-align: center;"><b>AFRONTAR AMENAZAS</b></p> <p>Crear protocolos de actualización de software y mantenimiento técnico. Aplicar estrategias de apropiación digital (inducción a estudiantes y docentes).</p> <p style="text-align: left; border: 1px solid black; padding: 2px;">A</p>
<p style="text-align: center;"><b>MANTENER FORTALEZAS</b></p> <p>Seguir aprovechando el apoyo del semillero SOFTIC y los recursos ya disponibles. Integrar el proyecto al plan de mejoramiento académico institucional.</p> <p style="text-align: right; border: 1px solid black; padding: 2px;">M</p>	<p style="text-align: center;"><b>EXPLOTAR OPORTUNIDADES</b></p> <p>Postular el proyecto a convocatorias de innovación, ferias académicas y redes de educación tecnológica. Buscar patrocinio de empresas logísticas interesadas en formación dual.</p> <p style="text-align: left; border: 1px solid black; padding: 2px;">E</p>

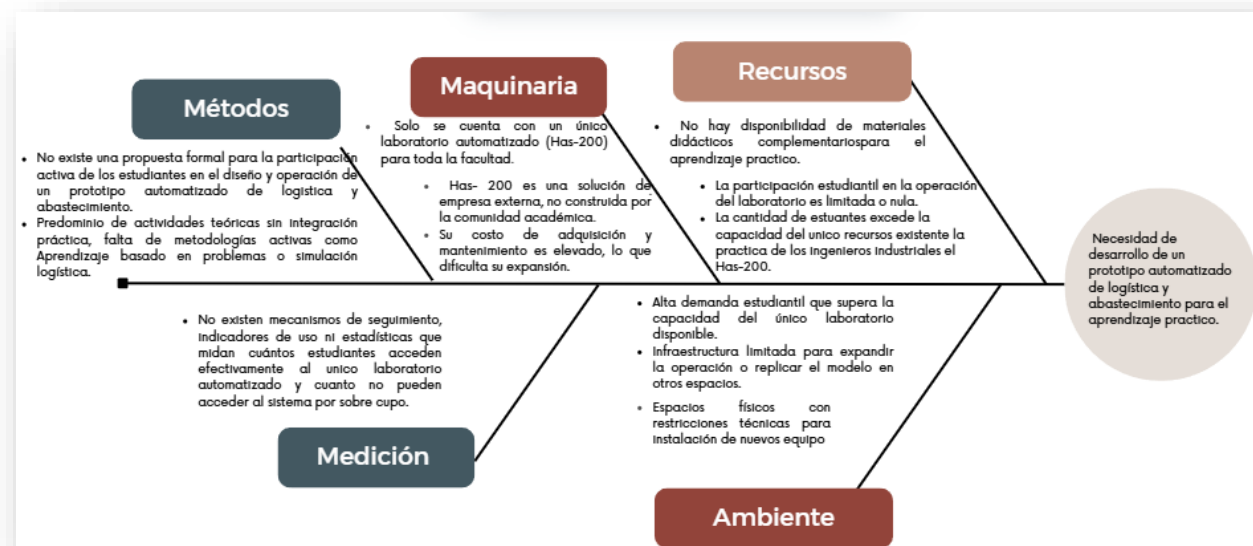
**Nota.** Elaboración propia.

Como respuesta del análisis DOFA, se aplicó la matriz CAME para generar estrategias concretas. Es decir que, para corregir debilidades como la falta de recursos, se planteó la gestión de alianzas o convenios interinstitucionales. Para afrontar amenazas como la dependencia de terceros, se propuso capacitar al equipo en herramientas de bajo costo. Las estrategias de mantenimiento y explotación permitieron proyectar el fortalecimiento del semillero y aprovechar el interés académico como motor del desarrollo. Esta matriz fue fundamental para trazar acciones realistas y efectivas.

### Desarrollo Fase 3: Diagnóstico de la problemática

#### Figura 31

Diagrama de Ishikawa adaptado al contexto de la Universidad de Cundinamarca para el desarrollo de un prototipo automatizado de logística y abastecimiento



**Nota.** Este diagrama muestra las principales causas agrupadas en cinco categorías —Métodos, Maquinaria, Recursos, Medición y Ambiente— que confluyen en la necesidad de que los estudiantes desarrollen un prototipo automatizado de logística y abastecimiento para fortalecer el aprendizaje práctico. Fuente: Elaboración propia.

El diagrama de causa-efecto dejó en evidencia que, aunque existe un laboratorio automatizado en la universidad Has-200, su capacidad es limitada frente al número creciente de estudiantes. Además, su costo y origen corporativo lo hacen poco accesible como recurso pedagógico gestionado directamente por los estudiantes. Las causas detectadas se agrupan en categorías como, métodos, maquinaria, recursos medición y ambiente. Este análisis profundizó en las raíces del problema y justificó la necesidad de desarrollar un prototipo propio que responda a las verdaderas condiciones y capacidades del contexto universitario.

#### **Desarrollo Fase 4: Selección de tecnologías y herramientas**

Como resultado de esta fase, se definió el diseño de un prototipo automatizado de logística y abastecimiento, el cual se compuesto por los siguientes elementos y funcionalidades, el sistema fue pensado con dos bandas transportadoras ubicadas a los costados, responsables de trasladar las cajas desde la zona de ingreso hasta la estación de lectura. Estas bandas estarán motorizadas y sincronizadas con sensores de posición que detienen el flujo cuando una caja llega al punto de escaneo. Cada caja estará marcada en dos de sus caras con un código QR, y un sensor óptico detectará su llegada para activar un plato giratorio, el cual hará rotar la caja hasta que el lector logre captar correctamente el código.

Una vez identificado el contenido de la caja, el sistema consultará una lógica de memoria para determinar cuáles de los ocho espacios de almacenamiento vertical se encuentran disponibles. Esta información será procesada por un PLC (Controlador Lógico Programable), que tomará la decisión de ubicación automática de la caja, evitando repetir posiciones ya ocupadas, luego a que se haya tomado la decisión de la ubicación el actuador neumático la posicionará allí en alguno de los módulos de almacenamiento.

Para el retiro del material previamente almacenado, el operador podrá emitir una orden para solicitar una caja específica, y el sistema se encargará de ubicarla en la estructura vertical, liberarla del espacio asignado y transportarla hacia la zona de salida. Todo el recorrido es controlado por el PLC, y reforzado por sensores que aseguran que el movimiento ocurra en el momento correcto y que el trayecto de salida esté libre de interferencias.

A su vez todo el proceso estará supervisado por una baliza de señalización luminosa, que indicará mediante tres colores el estado del sistema: verde para reposo o disponibilidad, amarillo durante operaciones activas (lectura, clasificación, movimiento) y rojo en caso de falla o bloqueo.

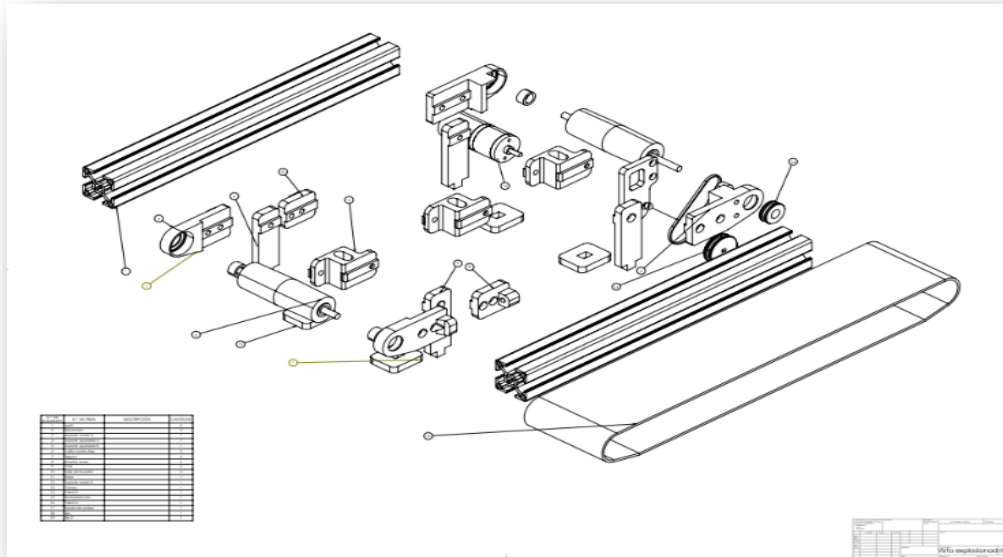
El desarrollo de esta fase representa el modelo didáctico y funcional que se plantea para el prototipo automatizado de logística y abastecimiento que simula procesos reales de identificación, clasificación y almacenamiento automatizado con la finalidad de permitir a los estudiantes de la Universidad de Cundinamarca fortalecer sus competencias en automatización industrial, logística, programación de PLCs, sistemas de transporte interno, y control de procesos en tiempo real. Además, ofrece la posibilidad de ser ampliado y mejorado a medida que avanza el desarrollo académico, convirtiéndose en una herramienta clave en su formación profesional.

### **Desarrollo Fase 5: Bosquejos de diseño del prototipo**

En esta fase se dio la creación de los bosquejos de diseño del prototipo, donde se logró definir cómo iban a ser las piezas y componentes, su disposición, y cómo interactuarán para formar un sistema cohesivo. Se elaboran diagramas y esquemas que representan el funcionamiento del prototipo de manera conceptual. El diseño de este sistema se realizó utilizando software de diseño CAD como SolidWorks la cual fue la herramienta que permitió modelar cada pieza en 3D, verificar cómo serian ensambladas y visualizar el funcionamiento del sistema antes de su fabricación. Este enfoque garantiza precisión en cada etapa, desde el diseño hasta la construcción del prototipo, y permite ajustes y modificaciones en el modelo digital antes de llevar el diseño a producción.

A continuación, se mostrará la representación de cada pieza lo cual facilita la planificación del ensamblaje del prototipo.

**Figura 32**  
*Ensamble de la banda transportadora*



**Nota.** Representa el ensamblaje de las piezas y componentes de la banda que es utilizada para el prototipo de logística y abastecimiento automatizado. Fuente: Elaboración propia.

Como parte del desarrollo del prototipo automatizado de logística y abastecimiento, se diseñó y ensambló el módulo de banda transportadora, elemento fundamental para la simulación del transporte de materiales. Este módulo permite desplazar objetos de un punto a otro, replicando dinámicas reales de líneas de abastecimiento automatizadas.

En la Figura 31 se presenta el ensamble completo de la banda transportadora, donde se identifican los principales componentes que lo conforman. Estos elementos han sido organizados de manera que su funcionamiento resulte sincronizado y eficiente, asegurando la estabilidad, precisión y continuidad del desplazamiento.

Para comprender el funcionamiento y disposición de cada una de las piezas, a continuación, se presenta la una matriz donde se relacionan los componentes que conforman el ensamble, indicando la cantidad de cada uno y su función principal dentro del sistema.

**Tabla 4**

*Componentes de la banda transportadora*

Nº	Pieza	Cantidad	Función principal
1	Perfil estructural	2	Base principal de soporte para todo el sistema, permite la fijación de los demás componentes.
2	Separador	3	Mantiene la distancia adecuada entre poleas y rodillos para evitar fricción y garantizar alineación.
3	Soporte motriz A	1	Fija el motorreductor al perfil y transmite su movimiento al rodillo motriz.
4	Soporte ajustable A	1	Permite regular la tensión de la correa modificando la posición de los rodillos de retorno.
5	Soporte ajustable B	1	Complementa el ajuste de tensión de la correa en el lado opuesto del sistema.
6	Rodillo motriz	2	Transmite el par motor a la correa, impulsando el desplazamiento de la banda.
7	Seguro	4	Retiene ejes y componentes, evitando desalineaciones y desplazamientos durante la operación.
8	Simetría base	2	Aporta estabilidad transversal a la estructura, equilibrando cargas dinámicas.
9	Pata	4	Soporte vertical que eleva y nivela la banda transportadora respecto al plano de trabajo.
10	Base de la pata	4	Superficie de apoyo que distribuye la carga de las patas y mejora la estabilidad.
11	Brida	1	Acopla el reductor de velocidad al eje motriz, asegurando un montaje preciso.
12	Soporte motriz B	1	Fija el segundo rodillo motriz, asegurando su alineación y soporte.
13	Correa de transmisión	1	Banda que transmite el movimiento desde el motor hacia las poleas y permite desplazar los objetos.
14	Polea B	1	Polea de retorno que guía la correa cerrando su circuito de movimiento.
15	Motorreductor	1	Genera el movimiento inicial del sistema, regulado mediante reducción de velocidad integrada.

N°	Pieza	Cantidad	Función principal
16	Polea A	1	Polea conectada al motorreductor que transmite el movimiento a la correa.
17	Banda de polea	1	Parte activa de la correa encargada de desplazar los objetos sobre el sistema.
18	Eje	1	Elemento de transmisión que soporta las poleas y permite su rotación.
19	Eje 2	1	Eje secundario que sostiene componentes adicionales o actúa como contraeje.

Nota. La tabla muestra los elementos que integran el módulo de banda transportadora, su cantidad y la función principal que desempeñan dentro del prototipo automatizado de logística y abastecimiento. Fuente: Elaboración propia.

El diseño del ensamble de la banda transportadora se desarrolló buscando garantizar que todos los componentes funcionen de manera sincronizada, segura y eficiente. El perfil estructural actúa como base principal del sistema, proporcionando rigidez, estabilidad y un soporte adecuado para el montaje de los demás componentes. Estos perfiles, dispuestos de forma longitudinal y transversal, conforman el esqueleto del prototipo, permitiendo fijar los soportes, rodillos y motorreductor.

Las poleas son elementos circulares ubicados en los extremos de la banda. Una polea está conectada directamente al eje del motorreductor, transmitiendo el movimiento inicial, mientras que la otra polea actúa como retorno, facilitando el desplazamiento cerrado de la correa y manteniendo su tensión adecuada. La correa de transmisión recorre ambas poleas formando un circuito cerrado. Su función es transmitir el movimiento rotacional del motor hacia el área de transporte de objetos sobre la banda. Esta debe estar correctamente alineada y tensada para evitar deslizamientos y garantizar un desplazamiento estable.

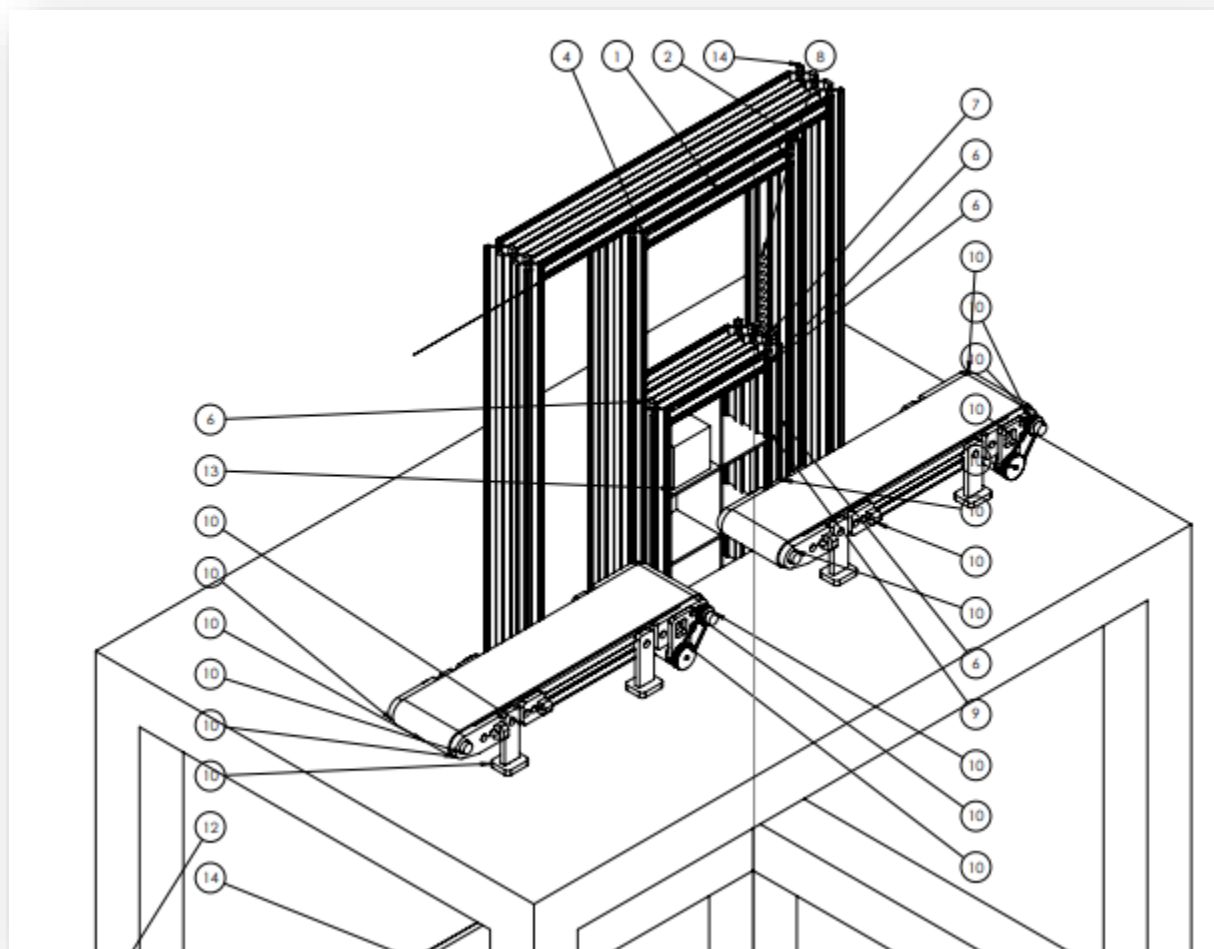
El motorreductor, montado sobre un soporte específico, proporciona el movimiento inicial al sistema. Gracias a su reductor de velocidad integrado, permite ajustar la velocidad de desplazamiento de la banda según los requerimientos del proceso. Este se fija a la estructura mediante soportes y se conecta directamente a una de las poleas motrices.

Los soportes ajustables y fijos son elementos que sostienen y posicionan componentes como el motor, poleas y rodillos. Los ajustables permiten regular la tensión de la correa y mantener su alineación, mientras que los fijos aseguran la posición estable de los perfiles y ejes durante el funcionamiento.

El rodillo motriz es un cilindro solidario al motor que colabora con la polea en la transmisión del movimiento a la correa, facilitando el arrastre de objetos sobre la banda. Finalmente, las bridas y piezas de unión distribuidas a lo largo de la estructura aseguran la fijación firme de perfiles, soportes y componentes, garantizando la integridad estructural y estabilidad del prototipo, incluso bajo condiciones de carga dinámica.

**Figura 33**

*Diseño isométrico de banda transportadora con prototipo de sistema de clasificación automatizada.*



**Nota.** La imagen muestra la disposición estructural de un sistema de transporte automatizado, compuesto por dos bandas transportadoras enfrentadas y un sistema de clasificación vertical ubicado en el centro. Fuente: Elaboración propia

En la imagen se presenta el diseño y disposición de la estructura principal que soporta el prototipo de laboratorio virtual de logística. Esta estructura permite el montaje y desplazamiento de los componentes de la banda transportadora y los mecanismos de manipulación. Cada componente ha sido seleccionado y ubicado estratégicamente para garantizar estabilidad, precisión de movimiento y facilidad de ensamble.

**Tabla 5**

*Listado de componentes del prototipo de banda transportadora*

N.º DE ELEMENTO	N.º DE PIEZA	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD
1	PERFIL DE 196		1
2	PERFIL DE 670		1
3	PERFIL DE 196 2		1
4	PERFIL DE 670 2		1
5	Union L perfil 3		4
6	ENSAMBLE DE 150 - 330		1
7	MGN-12H - BLOCO GUIA LINEAR MGN 12H		8
8	riel		2
9	Estante..		1
10	Ensamblaje1		2
11	RIEL 3		2
12	Mesa		1
13	cubo		1
14	ENSAMBLE 512 736		1

**Nota.** La tabla relaciona cada número de etiqueta de la Figura 31 con su correspondiente pieza o conjunto (ensamble). Fuente: Elaboración propia.

Los perfiles estructurales de aluminio (elementos 1, 2, 3, 4) son la base fundamental de la estructura, encargados de proporcionar resistencia mecánica y rigidez al sistema. Estos perfiles permiten modular la estructura y sirven como soporte para otros componentes. Las uniones de perfil (elemento 5) conectan firmemente los perfiles entre sí, asegurando que la estructura conserve su geometría y estabilidad bajo cargas dinámicas.

Los ensambles (elementos 6 y 14) corresponden a subconjuntos que integran piezas y mecanismos específicos como guías, mesas o sistemas de desplazamiento, facilitando el montaje modular y flexible del prototipo. El sistema lineal está compuesto por las guías MGN-12H

(elemento 7), que permiten el desplazamiento lineal suave y preciso de elementos móviles, como estantes o herramientas de manipulación. Estas guías se instalan sobre los rieles (elemento 11) que aseguran su correcto alineamiento, y son esenciales para tareas que requieren movimientos controlados.

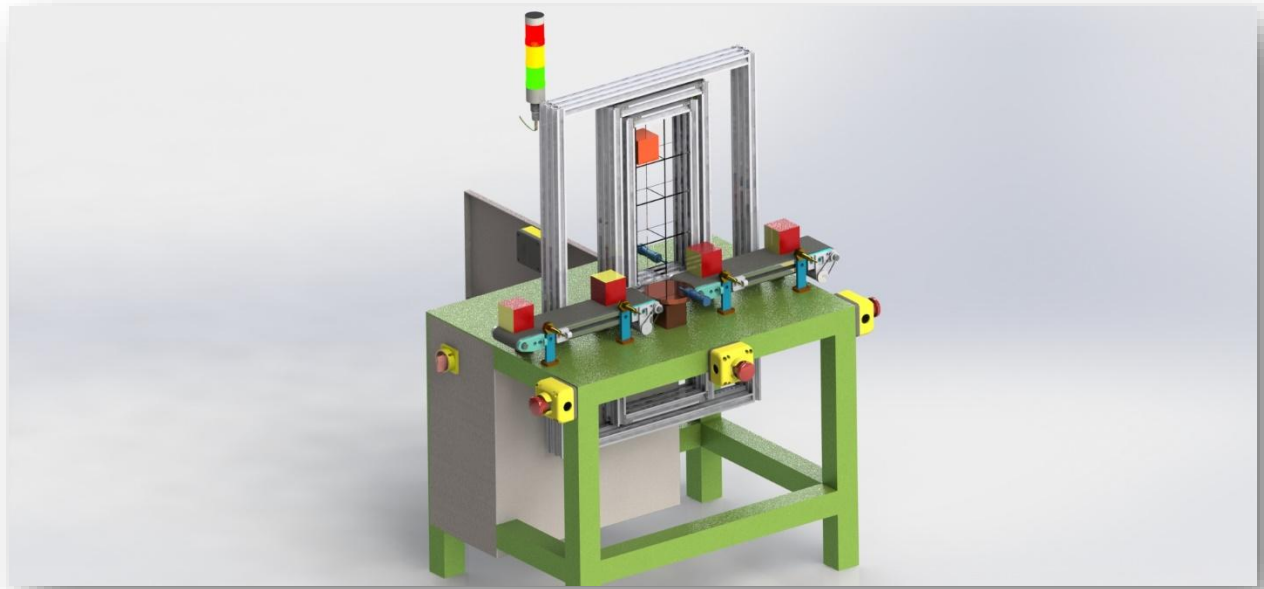
El riel (elemento 8) es una barra guía que soporta y direcciona los desplazamientos lineales, sobre la cual se deslizan componentes como el cubo (elemento 13), diseñado para portar herramientas o sensores.

El estante (elemento 9) cumple la función de sostener objetos o materiales en posiciones específicas a lo largo del prototipo, asegurando su disponibilidad durante las operaciones de transporte o manipulación. El ensamblaje 1 (elemento 10) corresponde a una base que integra piezas como motores, sensores o mecanismos de control, centralizando la gestión funcional del prototipo. La mesa (elemento 12) actúa como superficie de trabajo y base inferior del prototipo, donde se fijan los perfiles y sistemas móviles, proporcionando estabilidad y soporte estructural a todo el sistema.

Finalmente, el cubo (elemento 13) funciona como una plataforma móvil que, montada sobre las guías y rieles, permite desplazar objetos o mecanismos a través de la estructura del prototipo. Cada uno de estos componentes está pensado para integrarse de manera sincronizada y modular, optimizando tiempos de armado, mantenimiento y futuras ampliaciones del prototipo.

**Figura 34**

*Modelo tridimensional del prototipo automatizado de logística y abastecimiento*



**Nota.** En esta imagen se observa el prototipo del laboratorio automatizado diseñado en SolidWorks, el sistema incluye dos bandas transportadoras, sensores de detección de cajas, un plato giratorio central, y una estructura vertical para almacenamiento automático de ocho (8) posiciones, todo el sistema controlado por un PLC. Fuente: Elaboración propia

El modelo final creado en la aplicación SolidWorks incluye una estructura principal construida en perfiles de aluminio, que sirve como soporte para el sistema automatizado. En la parte inferior se encuentra una mesa robusta de cuatro patas, donde se apoya toda la estructura, y que garantiza estabilidad y seguridad en la operación.

El proceso logístico automatizado será distribuido en tres etapas específicas.

La primera etapa consiste en el reconocimiento del material, en el cual la caja llega por la banda transportadora y es detectada por un sensor inicial, que activa el flujo hacia un segundo

sensor el cual, valida la posición correcta para activar el siguiente paso, el disco giratorio el cual permite girar la caja hasta ubicar el código QR o de barras y facilitar su lectura.

La segunda etapa de Clasificación y almacenamiento, donde una vez identificada, el PLC interpreta el tipo de objeto y decide la ubicación libre más adecuada dentro de un sistema de almacenamiento compuesto por ocho espacios. La estructura se mueve de forma vertical y horizontal para ubicar la caja en la posición asignada, en ese momento, el actuador se activa para direccionar físicamente la caja hacia el módulo correspondiente del sistema de almacenamiento automatizado. Esta intervención permite que el flujo continúe sin necesidad de interacción humana, garantizando precisión y eficiencia en la clasificación, seguido a esto la memoria interna del sistema evita que se seleccione una posición ya ocupada.

Por último, la etapa 3 retiro del material, en este, mediante una instrucción del operador, el sistema es capaz de ubicar la caja almacenada previamente y moverla hacia el punto de salida, dos sensores adicionales que aseguran que la extracción del material sea completa y precisa.

El diseño en CAD obtenido en esta fase consolida la propuesta de un laboratorio automatizado de logística y abastecimiento, como respuesta a la necesidad de contar con herramientas pedagógicas propias, funcionales y alineadas con el contexto de la Universidad de Cundinamarca para la enseñanza de los estudiantes.

## Conclusiones

El desarrollo del proyecto permitió evidenciar que desde el entorno académico es totalmente posible formular soluciones técnicas viables para las problemáticas reales del contexto educativo actual. A través del diseño tridimensional del sistema automatizado de logística y abastecimiento, realizado en SolidWorks, se logra construir una propuesta didáctica e interactiva adaptada a las condiciones específicas de la Universidad de Cundinamarca.

Aunque el proyecto se centró exclusivamente en la fase de diseño conceptual y modelado virtual, los resultados obtenidos permiten afirmar que se logró una estructuración clara, funcional y alineada con los principios fundamentales de la automatización de la cadena de abastecimiento, puesto que el sistema diseñado contempla procesos clave como la identificación de productos mediante lectura de códigos QR, la clasificación automatizada, el uso de sensores, la programación de un PLC y la asignación lógica de espacios en una estructura de almacenamiento con ocho posiciones, todos ellos integrados de manera coherente para el funcionamiento del sistema.

El valor significativo de este trabajo radica en que surge desde la iniciativa realizar el prototipo los mismos estudiantes y gestores de conocimiento de la Universidad de Cundinamarca, lo que fortalece el sentido de pertenencia, empoderamiento y apropiación del conocimiento técnico. Lo cual contrasta con la tendencia de las universidades de Colombia, donde los recursos para el aprendizaje práctico provienen módulos automatizados de logística importados de marcas que lo fabrican. Aquí, en cambio, se demuestra que es posible generar prototipos funcionales desde cero, con base en procesos investigativos propios y una comprensión profunda del entorno y la necesidad el del mismo.

Durante el desarrollo del proyecto se aplicaron herramientas de análisis estratégico como el PESTEL, DOFA, CAME y el diagrama de Ishikawa, las cuales permitieron diagnosticar una necesidad clara, la falta de laboratorios automatizados de carácter institucional. Esta carencia se transformó en una oportunidad para crear una solución aplicable, que no solo cumple un propósito académico, sino que también fortalece competencias en áreas como programación, diseño mecánico, automatización industrial y lógica de procesos.

Más allá del componente técnico, el proyecto contribuye al fortalecimiento de una cultura investigativa dentro de la Universidad de Cundinamarca, abriendo camino hacia nuevas iniciativas orientadas al aprendizaje activo. Se trata de una propuesta escalable, que puede ser retomada por semilleros de investigación, gestores del conocimiento o estudiantes para futuras fases de desarrollo, incluyendo la programación funcional del sistema, su implementación física y su posible integración curricular.

Evidenciando así por medio de cada una de las fases que el proyecto sienta bases sólidas para que, en un futuro cercano, se consolide un laboratorio automatizado propio, construido desde la realidad institucional y con identidad académica propia.

## Referencias

- Ángeles-Ángeles, F. (2020). *Prototipo*. Con-Ciencia Boletín Científico de la Escuela Preparatoria No. 3, 13, 33-34. Recuperado de <https://repository.uaeh.edu.mx/revistas/index.php/prepa3/article/view/5198/6632>
- Chowdhury, R. K. (2015). *Learning and teaching style assessment for improving project-based learning of engineering students: A case of United Arab Emirates University*. Australasian Journal of Engineering Education, 20(1), 81-94. <https://doi.org/10.7158/D13-014.2015.20.1>
- EAFIT. (2021, junio 25). *El Warehousing Lab de EAFIT estrena nueva tecnología para la investigación e implementación de la logística en las empresas*. <https://www.eafit.edu.co/noticias/agenciadenoticias/2021/El-Warehousing-Lab-de-EAFIT-estrena-nueva-tecnologia-para-la-investigacion-e-implementacion-de-la-logistica-en-las-empresas>
- Escuela Colombiana de Ingeniería Julio Garavito. (s.f.). *Laboratorio de simulación* [Imagen]. Escuela Colombiana de Ingeniería Julio Garavito. <https://www.escuelaing.edu.co/es/campus/laboratorio-de-simulacion/>
- Escuela Colombiana de Ingeniería Julio Garavito. (s.f.). *Laboratorio de Simulación*.
- Escuela Colombiana de Ingeniería Julio Garavito. (s.f.). *Laboratorio de desarrollo de producto* [Imagen]. Escuela Colombiana de Ingeniería Julio Garavito. <https://www.escuelaing.edu.co/es/campus/laboratorio-de-desarrollo-de-producto/>

Escuela Colombiana de Ingeniería Julio Garavito. (s.f.). *Laboratorio de desarrollo de producto*.

Fernández-Caramés, T. M., & Fraga-Lamas, P. (2019). Towards next generation teaching, learning, and context-aware applications for higher education: A review on blockchain, IoT, fog and edge computing enabled smart campuses and universities. *Applied Sciences*, 9(21), 4479. <https://doi.org/10.3390/app9214479>

García Moreno, E. (s.f.). *Automatización de procesos industriales: robótica y automática*.  
Universitat Politècnica de València.

Germany Trade & Invest. (n.d.). Germany - The World's Leading Industrie 4.0 Nation.

González Cancelas, N. (2016). Presentación: transporte y logística. *Revista Transporte y Territorio*, 14, 1-4.

Groover, M. P. (2019). *Automation, production systems, and computer-integrated manufacturing* (5th ed.). Pearson Education Limited.

<https://www.escuelaing.edu.co/es/campus/laboratorio-de-desarrollo-de-producto/>

<https://www.escuelaing.edu.co/es/campus/laboratorio-de-simulacion/>

<https://www.gtai.de/en/invest/industries/industrial-production/industrie-4-0>

Krajewski, Lee; Ritzman, Larry y Malhotra, Manoj (2008), *Administración de Operaciones. Procesos y Cadenas de Valor*. Quinta Edición. Pearson Educación, México.

Lee, J., Bagheri, B., & Kao, H. (2015). A cyber-physical systems architecture for Industry 4.0-based manufacturing systems. *Manufacturing Letters*, 3(3), 18-23.

<https://doi.org/10.1016/j.mfglet.2014.12.001>

Liao, Y., Deschamps, F., Loures, E. de F. R., & Ramos, L. F. P. (2017). Past, present and future of Industry 4.0 - a systematic literature review and research agenda proposal.

*International Journal of Production Research*, 55(12), 3609–3629.

<https://doi.org/10.1080/00207543.2017.1308576>

Massachusetts Institute of Technology Center for Transportation and Logistics. (2019). *Supply Chain Automation and the Role of Blockchain and Machine Learning in Logistics*.

<https://ctl.mit.edu>

Monczka, R. M., Handfield, R. B., Giunipero, L. C., & Patterson, J. L. (2015). *Purchasing and supply chain management* (6th ed.). Cengage Learning.

Monostori, L. (2014). Cyber-Physical Production Systems: Roots, Expectations and R&D Challenges. *Procedia CIRP*, 17, 9-13. <https://doi.org/10.1016/j.procir.2014.03.115>

Pascual Bravo. (s.f.). *Laboratorio de Logística Integral*.

<https://pascualbravo.edu.co/facultades/facultad-de-produccion-y-diseno/laboratorios-facultad-produccion-diseno/laboratorio-logistica-integral/>

Ponsa, P., & Granollers, A. (2019). *Diseño y automatización industrial*. Recuperado de

[https://d1wqtxts1xzle7.cloudfront.net/59929955/Diseno\\_y\\_automatizacion\\_industrial.pdf](https://d1wqtxts1xzle7.cloudfront.net/59929955/Diseno_y_automatizacion_industrial.pdf)

Pontificia Universidad Javeriana. (s.f.). *Facultad de Ingeniería - Servicios externos*.

<https://ingenieria.javeriana.edu.co/servicios-externos>

Pontificia Universidad Javeriana. (s.f.). *Servicios externos - Facultad de Ingeniería* [Imagen].

Pontificia Universidad Javeriana. <https://ingenieria.javeriana.edu.co/servicios-externos>

Pulido, José (2014), *Gestión de la Cadena de Suministros. El último secreto*. Primera Edición.

Editorial Torino. Venezuela.

Román-Salinas, R. V., Díaz-Martínez, M. A., Ruíz-Hernández, S., Cervantes-Zubirías, G., &

Morales-Rodríguez, M. A. (2024). El internet de las cosas y la industria 4.0: Aplicaciones en el campo de la ingeniería industrial. *Revista UIS Ingenierías*, 23(2), 111-130.

<https://doi.org/10.18273/revuin.v23n2-2024007>

Romero, D., Stahre, J., Wuest, T., Noran, O., Bernus, P., Fast-Berglund, Å., & Gorecky, D.

(2016). Towards an operator 4.0 typology: A human-centric perspective on the fourth industrial revolution technologies. *IFAC-PapersOnLine*, 49(31), 201-206.

<https://doi.org/10.1016/j.ifacol.2016.12.023>

Sackey, S. M., & Bester, A. (2016). *Industrial engineering curriculum in Industry 4.0 in a South African context*. *South African Journal of Industrial Engineering*, 27(4), 101-114.

<https://doi.org/10.7166/27-4-1579>

Sackey, S. M., Bester, A., & Adams, D. (2017). *Industry 4.0 learning factory didactic design parameters for industrial engineering education in South Africa*. *South African Journal of Industrial Engineering*, 28(1), 114-124. <https://doi.org/10.7166/28-1-1584>

Schwab, K. (2017). *The Fourth Industrial Revolution*. Crown Publishing Group.

Schwab, K. (2020). *La cuarta revolución industrial*. Fondo Editorial de la Sociedad Secular Humanista del Perú. <https://doi.org/10.5281/zenodo.4299164>

Tirado Avila, J. D., & Mecola Bernedo, J. C. (2024). Automatización robótica de procesos y su impacto en la gestión de compras y cadena de suministros: Revisión sistemática. *Gestión de Operaciones Industriales*, 3(1), 64-79. <https://doi.org/10.17268/goi4.0.2024.04>

Tjahjono, B., Esplugues, C., Ares, E., & Pelaez, G. (2017). What does Industry 4.0 mean to Supply Chain? *Procedia Manufacturing*, 13, 1175-1182. <https://doi.org/10.1016/j.promfg.2017.09.191>

Universidad de los Andes. (s.f.). *Laboratorios - Facultad de Ingeniería* [Imagen]. Universidad de los Andes. <https://ingenieria.uniandes.edu.co/es/facultad/laboratorios>

Universidad de los Andes. (s.f.). *Laboratorios de Ingeniería*. <https://ingenieria.uniandes.edu.co/es/facultad/laboratorios>

Universidad Distrital Francisco José de Caldas. (s.f.). *Laboratorio de Gestión de la Producción*. <https://tecnologica.udistrital.edu.co/laboratorios/produccion/index.php>

Universidad Nacional de Colombia. (s.f.). *Laboratorio integrado de ingeniería industrial*. <https://ingenieria.bogota.unal.edu.co/es/extension/laboratorios/labs-partamentos/laboratorios-ingenieria-de-sistemas-e-industrial.html#integrado-de-ingenieria-industrial>

Universidad Nacional de Colombia. (s.f.). *Laboratorio integrado de ingeniería industrial*

[Imagen]. Universidad Nacional de Colombia.

<https://ingenieria.bogota.unal.edu.co/es/extension/laboratorios/labs-partamentos/laboratorios-ingenieria-de-sistemas-e-industrial.html#integrado-de-ingenieria-industrial>

Winner, L. (1979). *Tecnología autónoma*. Barcelona: Editorial Gustavo Gili, S.A.