

Construcción de un módulo de aprendizaje de una línea de producción a escala dirigido a los estudiantes de Ingeniería Industrial de la Universidad Santiago de Cali.

Daniela Gutiérrez Aguirre
Sebastian Andres Jojoa Añasco
Isabella Paz Delgado

PhD. Jorge Andres Girón Cruz

Ingeniería industrial
Facultad de ingeniería

Investigación aplicada

Universidad Santiago de Cali

Santiago de Cali, 2024

Construcción de un módulo de aprendizaje de una línea de producción a escala dirigido a los estudiantes de Ingeniería Industrial de la Universidad Santiago de Cali.

Daniela Gutiérrez Aguirre
Daniela.gutierrez07@usc.edu.co

Sebastian Andres Jojoa Añasco
Sebastian.jojoa00@usc.edu.co

Isabella Paz Delgado
Isabella.paz00@usc.edu.co

Universidad Santiago de Cali, Facultad de Ingeniería, Programa de Ingeniería Industrial

Resumen

Este artículo presenta la construcción de un modelo de aprendizaje a escala de una línea de producción con Kits Fischertechnik en el laboratorio STEM de la Universidad Santiago de Cali y cómo este puede fortalecer el aprendizaje de los estudiantes del Programa de Ingeniería Industrial. Este trabajo busca implementar un modelo para reforzar los conocimientos teóricos adquiridos en asignaturas claves del pensum, tales como logística, gestión de calidad y laboratorio de procesos industriales. Para conseguirlo, se realizaron encuestas a estudiantes para identificar sus necesidades y se desarrolla un prototipo físico y digital, acompañado de guías de trabajo específicas para las asignaturas seleccionadas. Los resultados demuestran que los estudiantes aprecian la oportunidad de interactuar con modelos prácticos, optimizando el uso de los recursos del laboratorio, contribuyendo positiva y significativamente a su formación profesional.

Palabras Clave: Modelo a escala, kits Fischertechnik, Aprendizaje, Ingeniería Industrial, STEM

Abstract

This paper presents the construction of a scale learning model of a production line with Fischertechnik Kits in the STEM laboratory of the Universidad Santiago de Cali and how it can strengthen the learning of students in the Industrial Engineering Program. This work seeks to implement a model to reinforce the theoretical knowledge acquired in key subjects of the curriculum, such as logistics, quality management and industrial processes laboratory. To achieve this, students were surveyed to identify their needs, and a physical and digital prototype was developed, accompanied by specific work guides for the selected subjects. The results show that students appreciate the opportunity to interact with practical models, optimizing the use of laboratory resources, contributing positively and significantly to their professional training.

Keywords: Scale model, Fischertechnik kits, Learning, Industrial Engineering, STEM.

I. INTRODUCCIÓN

El programa de Ingeniería Industrial de la Universidad Santiago de Cali tiene el reto de establecer más espacios para que los estudiantes puedan realizar prácticas en los espacios habilitados para el uso del programa, como es el caso del laboratorio STEM, acrónimo de los términos en inglés *Science, Technology, Engineering and Mathematics* (Ciencia, Tecnología, Ingeniería, Matemáticas), aprovechando las oportunidades que nos brinda, siendo un área que continúa creciendo ya que los egresados de estos campos tienen alta demanda en el mercado laboral (Delgado, P. 2019, 24 de junio). Los estudiantes de Ingeniería Industrial solo aprovechan limitadamente las capacidades de este laboratorio, lo que crea una brecha entre los conocimientos teóricos adquiridos en las asignaturas y su aplicación práctica en un entorno realista.

Con el propósito de que los estudiantes puedan aplicar los conceptos teóricos aprendidos en diferentes asignaturas claves del pensum académico del programa, como logística, gestión de calidad y laboratorio de procesos, surge la necesidad

de crear un espacio donde puedan desarrollar competencias prácticas que complementen su formación tal como lo plantea el IISE (instituto de ingenieros y de sistemas) en su libro *“Body of knowledge”* (2021), que los futuros profesionales deben dominar una serie de competencias que incluyen la capacidad de integrar la teoría y la práctica, así como el manejo de tecnologías emergentes es por ello que surge entonces la necesidad de la construcción de un modelo a escala de una línea de producción por medio de kits Fischertechnik en el Laboratorio STEM que pueda contribuir en el aprendizaje de los estudiantes en asignaturas del pensum académico del Programa de Ingeniería Industrial de la Universidad Santiago de Cali.

En base a lo encontrado en la literatura, se evidencio la existencia de investigaciones donde se construyen simulaciones de fábricas o líneas de producción relacionándolas con industrias 4.0 y el cómo se pueden aplicar en escenarios como el educativo y la industria, como el caso del proyecto El uso de simulaciones de fábricas y líneas de producción en el ámbito académico ha sido ampliamente investigado. En la literatura encontramos ejemplos como el proyecto *“Industry 4.0 Through Fischertechnik and a Digital Twin”* (Louwagie Sapena, 2020), que demuestra como las tecnologías de simulación 4.0 pueden integrarse en entornos educativos y reaplicar procesos industriales complejos. Estas simulaciones no solo brindan una representación tangible de lo que ocurre en el mundo real, sino que permiten a los estudiantes familiarizarse con tecnologías avanzadas como la automatización y la digitalización, pilares fundamentales de la industria 4.0.

Por otro lado, centrándose en el área de la educación, la utilización de tecnologías STEM ha demostrado un impacto positivo en la motivación, el aprendizaje y formación de estudiantes desde bachillerato hasta su formación profesional. Investigaciones como la Implementación de un módulo didáctico para sistemas electrónicos de potencia por Guerrero et al. (2016), el diseño e implementación un módulo didáctico para la elaboración de prácticas orientadas a procesos industriales por Reinel & Velásquez (2019) y el diseño y construcción de cinco módulos para realizar prácticas de laboratorio en las áreas de automatización, procesos industriales, operaciones y control de sistemas de energía eléctrica para la universidad del Magdalena realizado por Araba & De la Hoz (2022); todos estos autores destacan como la incorporación de las herramientas tecnológicas en el aula contribuyen significativamente al desarrollo de competencias y al fortalecimiento de las habilidades necesarias para el éxito profesional.

El objetivo de esta investigación se relaciona con aumentar el impacto que tiene en el aprendizaje a través de la construcción e implementación de un modelo a escala que propone un nuevo diseño industrial de una línea de producción inteligente inspirado en operaciones industriales reales, dirigido especialmente a los estudiantes de Ingeniería Industrial, haciendo énfasis en asignaturas del pensum académico del programa como gestión de calidad, procesos industriales y logística, para que estos puedan fortalecer las competencias necesarias que debe tener un ingeniero de la actualidad por medio de la interacción y experimentación, haciendo uso de los conocimientos teóricos adquiridos durante su formación.

El Método Mixto es la integración sistemática de los métodos cuantitativo y cualitativo en un solo estudio (Viteri, 2012) los cuales significan más que solo técnicas para la recolección de datos, viéndolas como un conjunto de suposiciones interrelacionadas que proporcionan un marco filosófico para el estudio del mundo social (Cook & Reichardt, 2000) con las se recolectarán las opiniones, necesidades y perspectivas de los estudiantes frente a la importancia de las prácticas de laboratorio y su uso. En base a estos resultados, se propondrá un diseño del modelo a escala, para posteriormente proceder con su construcción y finalmente culminar con las pruebas del modelo mediante prácticas diseñadas para diferentes asignaturas del pensum, que ayuden a la formación de los estudiantes del programa.

Este documento presenta varias secciones, iniciando por un marco teórico el cual presenta conceptos que contextualiza los términos más relevantes que son mencionados dentro de esta investigación, además de las diferentes investigaciones que se han realizado a nivel nacional e internacional enfocándose en el diseño, construcción e implementación de tecnologías por medio de herramientas como la robótica y mecatrónica en escenarios educativos para fortalecer el conocimiento de los estudiantes.

Posteriormente se presenta la metodología y materiales que fueron utilizados para llevar a cabo esta investigación, los medios con los cuales se recolectó la percepción de los estudiantes del programa de ingeniería industrial, el proceso de ideación, diseño, construcción y testeo de la propuesta para resolver la problemática encontrada. De igual manera se presentan los resultados obtenidos de cada una de las fases de la metodología desarrolladas, tales como, graficas, diseños,

construcción, programación y desarrollo de material educativo para las pruebas e implementación. Por último, se presentan las conclusiones de la investigación en base al objetivo de esta y se propondrán mejoras o complementos que se le pueden hacer al modelo en futuras investigaciones.

II. MARCO TEORICO

Módulo de aprendizaje

El profesor de la Universidad de la Habana, González (2015) “concibe el módulo a la unidad estructural y funcional dirigida a la formación de competencias en el profesional”. Lo que influye directamente en el desarrollo de diversas habilidades, competencias y conocimientos en los estudiantes que los formen para ser mejores profesionales del mañana con las competencias necesarias para afrontar los nuevos retos.

Ahora bien, Bruner (1964) definió el aprendizaje como “un cambio relativamente estable en el conocimiento de alguien como consecuencia de la experiencia de esa persona”. En él se dice que el aprendizaje se basa en las experiencias vividas de la persona y, por ende, comprende la importancia de la experimentación en el proceso educativo de las personas.

Lo que infiere que módulo de aprendizaje es una unidad estructural y funcional con la que se fortalecen competencias de los profesionales estableciendo un cambio en el conocimiento de la persona por medio de sus experiencias.

STEM

El término STEM (por sus siglas en inglés) es el acrónimo de los términos en inglés Science, Technology, Engineering and Mathematics (Ciencia, Tecnología, Ingeniería y Matemáticas). Es un área que continúa creciendo ya que los egresados de estos campos tienen alta demanda en el mercado laboral. (Delgado, P. 2019, 24 de junio).

Este acrónimo fue introducido en el 2001 por la fundación nacional de ciencias de EE. UU. Esta fundación hace énfasis en que la educación STEM debe ser promovida y que los estudiantes puedan tener la oportunidad de adquirir los conocimientos básicos en estas disciplinas, para que así, los niños y jóvenes puedan interactuar con la tecnología moderna que les permita crear experiencias de aprendizaje personalizadas, inspirar el aprendizaje y fomentar la creatividad desde una edad temprana. Además, desatará y aprovechará la curiosidad en estudiantes jóvenes y adultos alrededor del mundo cultivando una cultura de innovación e investigación. (Ariza, O 2023)

Para promover el aprendizaje de estas disciplinas Fischertechnik presenta una amplia gama de productos junto al material didáctico que permite transmitir los conocimientos técnicos de una manera práctica a los estudiantes acercándolos a las asignaturas STEM. Asimismo, se pretende que mediante la construcción del módulo de aprendizaje por medio de los kits Fischertechnik los estudiantes aprendan de las disciplinas STEM.

Fischertechnik

De acuerdo con Fischertechnik (s.f), Fischertechnik es una marca reconocida de kits de construcción que se utilizan para impartir conocimientos técnicos de manera práctica. Los kits, utilizados desde 1965, se diseñaron especialmente para inspirar y educar a niños, estudiantes, profesores e ingenieros”. Los kits de Fischertechnik, son fabricados en Alemania. Por otro lado, tienen diferentes recomendaciones de edad, lo que permite adaptarlos a las habilidades y niveles de los constructores. Con el lema "Comprender la tecnología a través del juego", ofrece una forma divertida de aprender sobre tecnología a partir de los 5 años en adelante.

Además, Fischertechnik también cuenta con una versión educativa llamada Fischertechnik Education. Estos kits están

diseñados para utilizarse en entornos educativos, escuelas y universidades, y buscan enseñar y fomentar el interés en la robótica, las disciplinas STEM y, para poder aprender y comprender las aplicaciones en la industria 4.0 antes de que se apliquen a gran escala. Los kits de Fischertechnik Education se destacan por su calidad, confiabilidad y sostenibilidad, y ofrecen instrucciones de construcción, material didáctico y proyectos que ayudan en el proceso de aprendizaje. (Fischertechnik GmbH 1965)

Fischertechnick Designer

Es un software especializado para planificar, diseñar e implementar modelos de Fischertechnik. Este contiene una interfaz sencilla, con una amplia gama de funciones y componentes para construir modelos Fischertechnik, desde componentes para la construcción, mecánicos, neumáticos, electrónicos entre otros; logrando una previsualización de las diferentes construcciones y modelos físicos, hasta su funcionamiento. (Fischertechnick, 2024)

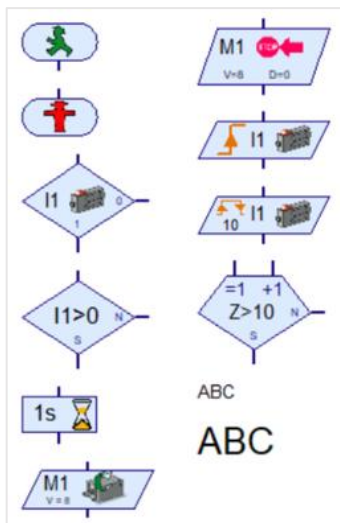
ROBOPro

Es un software que permite la programación de los controladores de Fischertechnik los cuales son los encargados de ejecutar el programa creado. Este software es fácil de usar y entender porque la construcción del código se realiza mediante bloques que siguen la lógica de un diagrama de flujo. Los códigos creados se traducen directamente al lenguaje de la maquina haciendo de este un proceso eficaz y eficiente aun para los programas más complejos. (Fischertechnik, 2024)

Entre los elementos de programación básicos (Figura 1) se encuentran los elementos de entrada que recolectan información del entorno, los elementos de salida los cuales son los actuadores del sistema, bifurcaciones digitales y analógicas, contadores y tiempos de espera. Por otro lado, el software también permite realizar programaciones de niveles más avanzados (Figura 2) contando con otros elementos, como; subprogramas, operadores matemáticos y lógicos, variables, comandos, bifurcaciones, elementos de control y muchos más elementos de una amplia biblioteca especializada en programación de Fischertechnik, como se puede ver a continuación:

Figura 1.

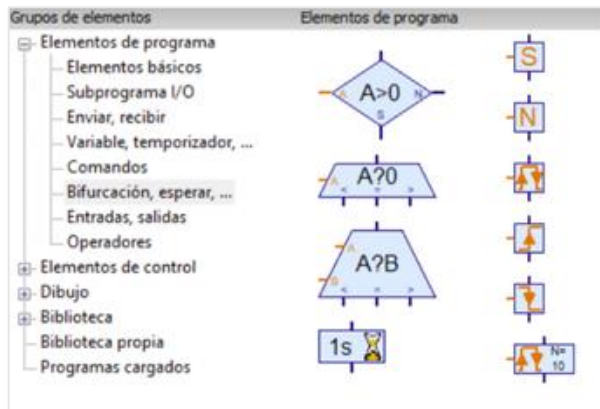
Elementos básicos ROBOPro.



Fuente. Software ROBOPro.

Figura 2.

Elementos Avanzados ROBOPro.



Fuente. Software ROBOPro.

Guías de Aprendizaje

Las guías de aprendizaje son “son un elemento fundamental del componente curricular que promueven el trabajo individual y en equipo; contienen actividades didácticas que propician la reflexión y el aprendizaje colaborativo” (Fundación Escuela Nueva Volvamos a la Gente, 2024) que permitan fortalecer el conocimiento y competencias de los estudiantes y futuros profesionales en las áreas de interés de ingeniería industrial, haciendo de instrumentos de mediación para guiar y apoyar a los estudiantes en su proceso de formación, ayudándolos a estructurar los conocimientos de manera global y transversal. (Silva et al., 2014)

III. ESTADO DEL ARTE

Gracias a los avances tecnológicos actuales, se han desarrollado nuevos métodos de aprendizaje que permiten a niños y jóvenes adquirir conocimientos, habilidades y competencias fácilmente y experiencial. Principalmente nos enfocaremos en los estudios o investigaciones realizadas que se basan en el aprendizaje por medio de la utilización de modelos robóticos o mecatrónicos en niños y jóvenes fomentados por la educación STEM utilizando kits o módulos de diversas compañías como Fischertechnik, LEGO, Arduino, entre otros.

Jimenes, Ramírez y Gonzales (2010) realizaron una investigación sobre un Sistema Modular de Robótica Colaborativa aplicado en Educación, el cual fue realizado con el apoyo de la Universidad Nacional de Colombia y tiene como objetivo utilizar la robótica como medio para desarrollar habilidades creativas, conocimientos y diseños en estudiantes de educación media, específicamente del grado 10º y 11º de la ciudad de Medellín. Promover el uso de las herramientas tecnológicas en la educación, para transformar los métodos de enseñanza, la robótica es una herramienta efectiva con la que se consiguen buenos resultados de aprendizaje en la población estudiantil, fortaleciendo habilidades creativas, de aprendizaje y de diseño además de clarificar conceptos vistos en la teoría. (pp. 1 – 10)

Por otro lado, Julià y Antolí (2018) investigaron el Impacto de la implementación de un curso de aprendizaje activo basado en STEM a largo plazo en la motivación de los estudiantes, con el motivo de conocer el impacto del interés de los estudiantes de la educación media de una institución educativa de Tortosa, España, en la implementación de un curso basado en STEM que incluye actividades prácticas de aprendizaje basadas en problemas del mundo real por medio de kits Fischertechnik. Durante el desarrollo del curso, los estudiantes mostraron mejoras en diferentes habilidades, especialmente en habilidades espaciales. Además de aprender conceptos matemáticos, científicos, de ingeniería y tecnología, también se despertó el interés y motivación por el curso de robótica que impartían al verse involucrados activamente en el aula resolviendo problemas reales. Estos resultados refuerzan la viabilidad de diseñar y promover el enfoque STEM en las instituciones educativas. (pp. 1 – 22)

Aguilar et al. (2014) realizaron el diseño y construcción de un prototipo de línea de producción automatizada como

apoyo al proceso de enseñanza aprendizaje para la formación de ingenieros de la Universidad Pontificia Bolivariana de Bucaramanga Colombia. Esta línea de producción incluye procesos de selección, clasificación y empaque integrando campos operativos y administrativos involucrando tres ramas de la ingeniería como la ingeniería mecánica, electrónica e industrial con el fin de favorecer desarrollo de prácticas académicas para el desarrollo de competencias profesionales transversales para los ingenieros. (pp. 1 – 7)

IV. MATERIALES Y MÉTODOS/METODOLOGÍA

El documento presenta una propuesta basada en la metodología Design Thinking la cual, en 2008, Brown la define :

Una disciplina que usa la sensibilidad y métodos de los diseñadores para hacer coincidir las necesidades de las personas con lo que es tecnológicamente factible y con lo que una estrategia viable de negocios puede convertir en valor para el cliente, así como en una gran oportunidad para el mercado. (p. 2)

Asimismo, Brown y Wyatt en 2010 sostienen que es “*El proceso de pensamiento de diseño se concibe mejor como un sistema de espacios superpuestos en lugar de una secuencia de pasos ordenados*” (p. 4). Infiriendo que no es un proceso lineal, sino que se puede avanzar o retroceder durante los espacios.

De acuerdo con las definiciones anteriores, esta metodología permite encontrar soluciones adecuadas e innovadoras a la problemática planteada generando valor para el estudiante. La metodología se compone de distintos espacios, que se definen de la siguiente forma:

Para identificar las necesidades, deseos y requerimientos de los estudiantes del Programa de Ingeniería Industrial de la Universidad Santiago de Cali, con respecto a poner en práctica los conocimientos adquiridos durante su formación académica, se tuvieron en cuenta teorías de identificación de problemáticas u oportunidades de mejora y desarrollo de ideas para proyectos. Tal como lo aseguraron en 2010, Brown y Wyatt, “E primer espacio es la inspiración, la cual conciben como el problema u oportunidad que motiva la búsqueda de soluciones” (pág. 33). En este espacio, realizó un BRIEF con puntos de referencia y objetivos a alcanzar, para medir el progreso del proyecto. Aquí se descubrieron las necesidades de los usuarios a través de la observación y experimentación.

Para llevar a cabo esto se realizó una encuesta a una muestra de estudiantes del Programa de Ingeniería Industrial la cual se determinó utilizando la siguiente ecuación:

$$n = \frac{Z_{\alpha}^2 * N * p * q}{e^2 * (N - 1) + Z_{\alpha}^2 * p * q} \quad (\text{ecuación 1})$$

Donde:

n = Tamaño muestral

N = Tamaño poblacional

Z = Parámetro estadístico que depende del nivel de confianza

e = Error de estimación máximo esperado

p = Probabilidad de que ocurra el evento estudiado (éxito)

q = (1-p) = Probabilidad de que no ocurra el evento estudiado (Fracaso)

Para esta investigación los datos tomados para cada una de las variables fueron:

$N = 490$ estudiantes

Nivel de confianza = 0,95

Nivel de significancia = 0,05

$Z = 1,96$

$e = 1$

$p = 0,5$

$q = 0,5$

Reemplazando en la ecuación 1:

$$n = \frac{1,96*490*0,5*0,5}{1^2*(490-1)+ 1,96*0,5*0,5}$$

$n = 80$

Obteniendo como resultado 80 estudiantes como la muestra de la población a encuestar.

Una vez conocido el número de personas a encuestar para este estudio, se prepararon las preguntas que contendría el formulario dirigido a los estudiantes, para divulgarla por diferentes medios y así recolectar la información de interés con el fin de seleccionar los requerimientos más importantes del estudiante del Programa de Ingeniería Industrial con un Diagrama de Pareto, permitiendo identificar y priorizar las áreas en la que se enfocará la mejora.

Gracias a esto, se estableció que el enfoque de la investigación era mixto, lo que implica una combinación de métodos cualitativos y cuantitativos. A través de la encuesta, se llevó a cabo un análisis de la muestra en relación con la percepción que tienen los estudiantes sobre el uso del Laboratorio STEM, lo cual que lo clasifica con un enfoque cualitativo. Y, con el fin de abordar las necesidades identificadas en el análisis previo, se desarrolló un modelo físico, que se considera un enfoque cuantitativo para satisfacer dichas necesidades.

Ahora bien, la segunda instancia se define como ideación, que para ellos es “El proceso de generar, desarrollar y probar ideas” (Brown y Wyatt, 2010, P. 33). En este espacio se sintetiza la información recolectada en el primer espacio y se generan ideas (brainstorming) que conducen a soluciones/oportunidades de cambio. Después, se procede a seleccionar la mejor idea. De esta manera, se estudia detalladamente a los estudiantes del programa de Ingeniería Industrial, para saber y entender las verdaderas necesidades, deseos y opiniones de cada uno.

Como parte de la ideación se empezó a buscar otros modelos que ya fueron construidos en otros proyectos de investigación y también modelos que comercializa la empresa Fischertechnik en su página web, tomándolas como referencias para poder idear un módulo de aprendizaje idóneo con el cual se realicen prácticas de laboratorio dirigidas a los estudiantes del programa de ingeniería industrial, satisfaciendo las necesidades que estos han expresado.

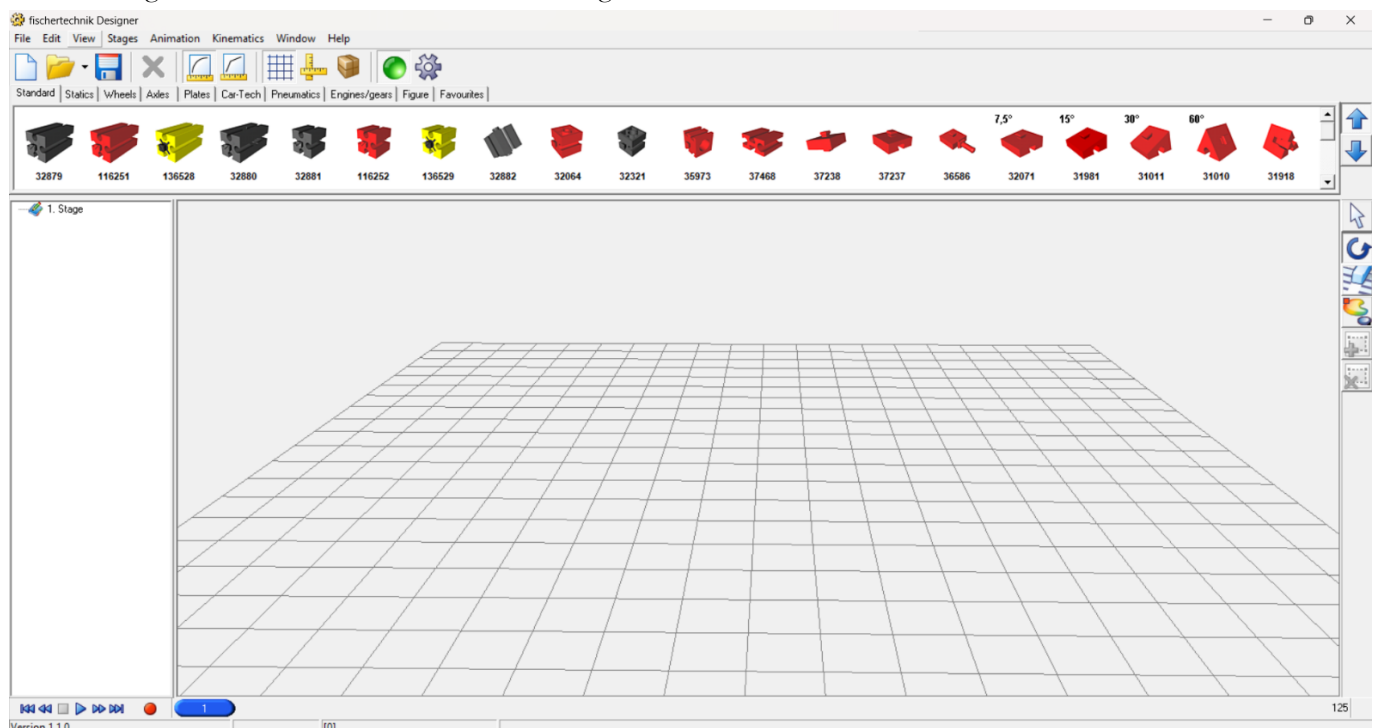
Por otro lado, el tercer espacio fue la implementación, que los mismos autores lo definen como el “Camino que lleva desde la etapa de proyecto hasta la vida de las personas” (Brown y Wyatt, 2010, p. 33). Y, fue aquí donde se comenzó a diseñar el prototipo que finalmente da la solución a las necesidades de los estudiantes del programa de Ingeniería Industrial.

Inicialmente en Fischertechnik Designer se diseñó una Fábrica de Manufactura Industrial (Figura 3), que constó de 5 módulos: Estación de multiprocesamiento con horno de cocción de 9 voltios, estación de calidad y banda transportadora

de 9 voltios, estación cinta de clasificación con reconocimiento de color de 9 voltios, estación de almacenamiento compacto y estación con cámara de video para visualización y control, además de un adicional que es un manipulador de aspiración al vacío de 9 voltios.

Figura 3.

Interfaz gráfica del software Fischertechnik Designer con la idea inicial.

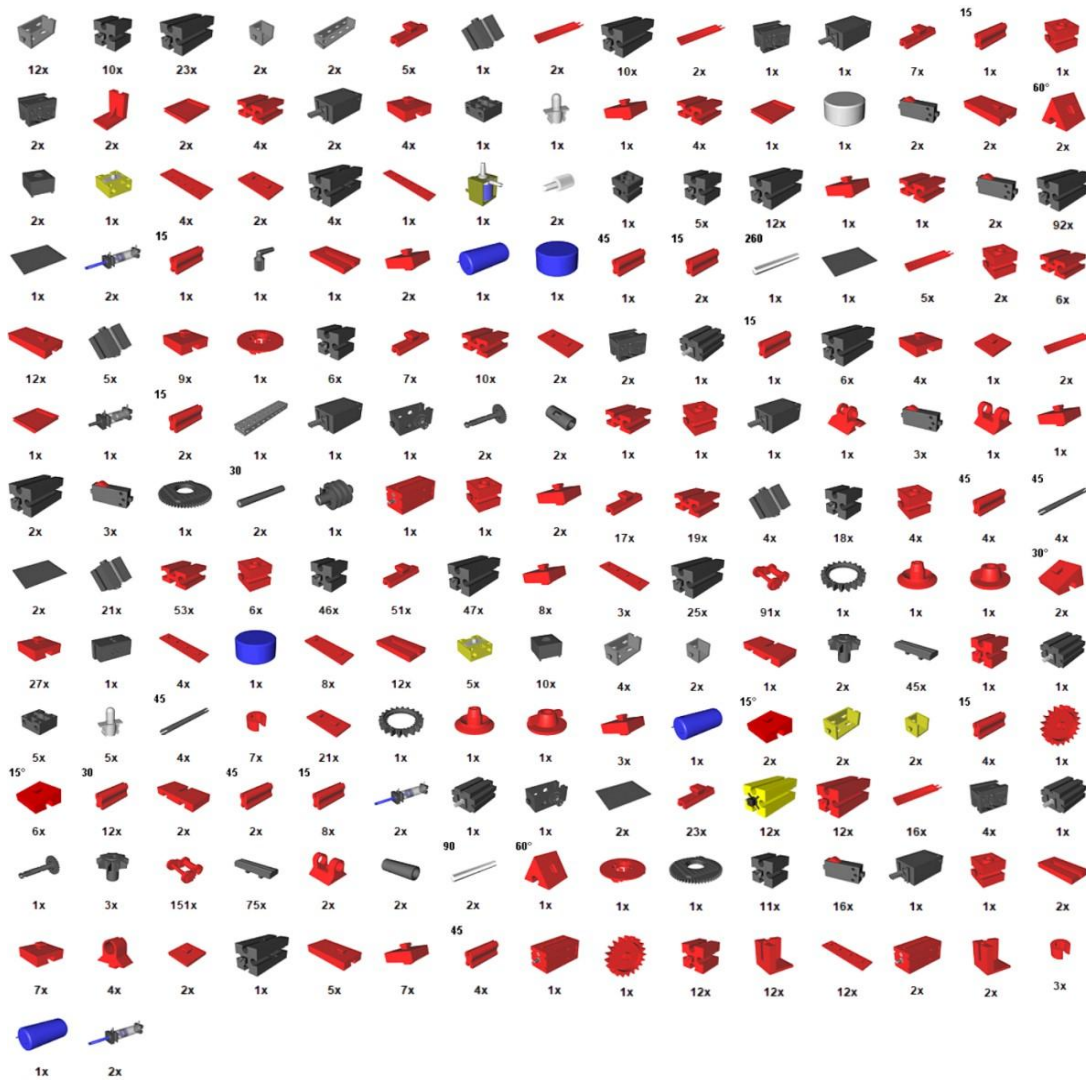


Fuente. Propia.

En la figura 4, se muestra cada componente utilizado para la construcción de cada una de las estaciones las cuales jugaron un papel crucial importante para el funcionamiento, desde piezas de soporte estructural hasta mecanismos como pulsadores, fototransistores, motores, compresores y válvulas, que directa o indirectamente permite mover la pieza.

Figura 4.

Piezas para diseñar las estaciones del módulo de aprendizaje.



Fuente. Software Fischertechnik Designer.

Los kits didácticos de la empresa Fischertechnik (Figura 5) de FischerPrice incluyen aproximadamente 313 piezas, las cuales están diseñadas para facilitar la construcción y creación de nuevos modelos. Las piezas permiten a los estudiantes experimentar e interactuar directamente con conceptos de ingeniería y robótica de una manera más práctica, fomentando el aprendizaje activo y colaborativo entre el estudiante y el docente. Estos kits mencionados están disponibles en el laboratorio STEM de la Universidad Santiago de Cali, lo que permite a los estudiantes llevar a cabo sus ideas y satisfacer sus necesidades educativas que han expresado.

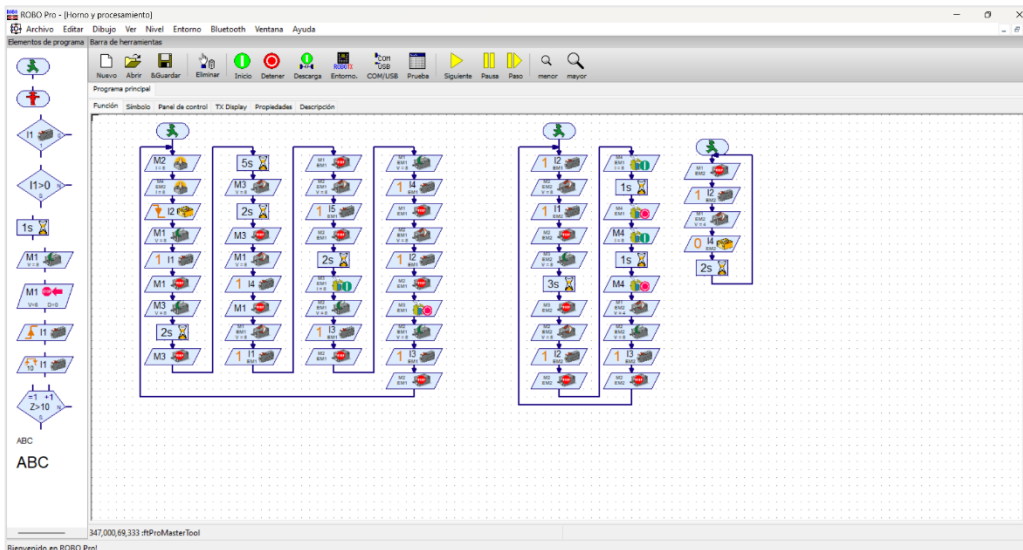
Figura 5.
Kit de Fischertechnik “Robo TX Training Lab”



Fuente. Propia.

Para la construcción física de estos módulos, fue necesario contar con herramientas como guías de piezas, métodos de construcción más precisos y el prototipo virtual. Asimismo, se emplearon videos de la plataforma oficial de Fischertechnik, los cuales ofrecieron una visualización más clara y detallada del proceso de ensamblaje, posición y funcionamiento de los módulos. Para garantizar su funcionalidad, se utilizó un software de programación denominado ROBOPRO (Figura 6), que opera mediante programación por bloques a través de diagramas de flujo. La información se transmitió mediante un cable USB conectado a un RoboTX Controller (Figura 7), permitiendo que los dispositivos robóticos funcionarían correctamente.

Figura 6.
Interfaz ROBOPRO



Fuente. Propia

Figura 7.
ROBO TX CONTROLLER.



Fuente. Propia.

Probar el módulo de aprendizaje mediante practicas diseñadas para diferentes disciplinas del pensum de Ingeniería Industrial de la Universidad Santiago de Cali es de vital importancia, ya que, como lo plantea Plattner (2010) “Las pruebas son la oportunidad de obtener comentarios sobre sus soluciones, perfeccionarlas para mejorarlas y continuar aprendiendo sobre sus usuarios” (p. 5). Esto significa que la forma adecuada para probar un prototipo es permitir a los usuarios experimentar, evaluar y retroalimentar el prototipo construido, para descubrir los errores y aciertos de este, lo cual es necesario para hacer mejoras y ajustes necesarios.

Para hacer prueba con el módulo de aprendizaje, se crearon diferentes guías de trabajo para las asignaturas de logística, calidad y laboratorio de procesos, con el propósito de que los estudiantes realicen actividades relacionadas con estas disciplinas. Se contó con la plantilla de guías de laboratorio de la Universidad Santiago de Cali (Figura 8), que incluye un primer apartado en el que se solicita sobre el programa al que pertenecen los estudiantes, el curso, el docente que responsable de la actividad práctica y la fecha en la que se lleva a cabo la práctica.

Asimismo, incluyen aspectos importantes como los objetivos, tanto general como específicos, que son fundamentales para asegurar que se logren resultados de aprendizaje que potencien el conocimiento de cada uno de los estudiantes que participan en la práctica. Además, es importante validar que los estudiantes del programa hayan adquirido los conocimientos necesarios mediante la respuesta a preguntas relacionadas con las asignaturas ya mencionadas. Para ello, la guía también va a contar con un marco teórico que explique los conceptos básicos, una metodología clara y los materiales que se deberán usar con el fin de facilitar el proceso de aprendizaje.

Por otro lado, existe un apartado denominado “criterios de evaluación”, en el cual el docente responsable de orientar la práctica en el Laboratorio STEM deberá definir ciertos criterios y asignar porcentajes para la calificación de la actividad realizada por los estudiantes. Este proceso es fundamental para evaluar el nivel de aprendizaje que adquirieron en las clases teóricas.

Y, finalmente, un apartado de referencias bibliográficas que respaldan los conceptos más importantes abordados en el marco teórico, proporcionando fundamentos confiables a los estudiantes que estén realizando la práctica y asegurando que la actividad esté relacionada completamente con teorías en el campo de la Ingeniería Industrial.

Una vez creadas las guías, se desarrolló la prueba piloto de una práctica de laboratorio junto al módulo de aprendizaje que implementara ambos recursos, contando con el acompañamiento de personal docente del programa, algunos estudiantes invitados y los investigadores del proyecto, para evaluar la efectividad del módulo en contextos académicos y recibir las retroalimentaciones pertinentes para buscar la mejora continua del módulo.

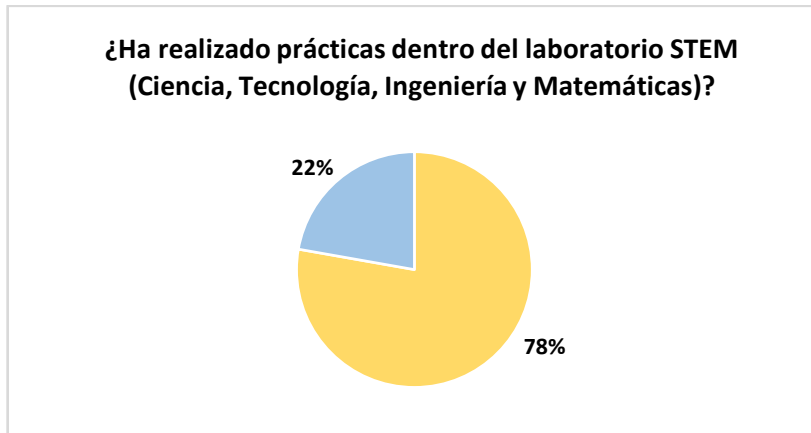
V. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Haciendo uso de entrevistas como método para la recolección de datos, se logró saber la opinión de una muestra poblacional definida de los estudiantes del Programa de Ingeniería Industrial.

Las gráficas obtenidas ilustran de manera clara y concisa los datos recopilados, lo que facilita la comprensión de las necesidades y preferencias de los encuestados. Esta información es fundamental para la formulación de estrategias que respondan de manera efectiva a las expectativas de los estudiantes, asegurando una mejora continua en su experiencia educativa.

Gráfica 1.

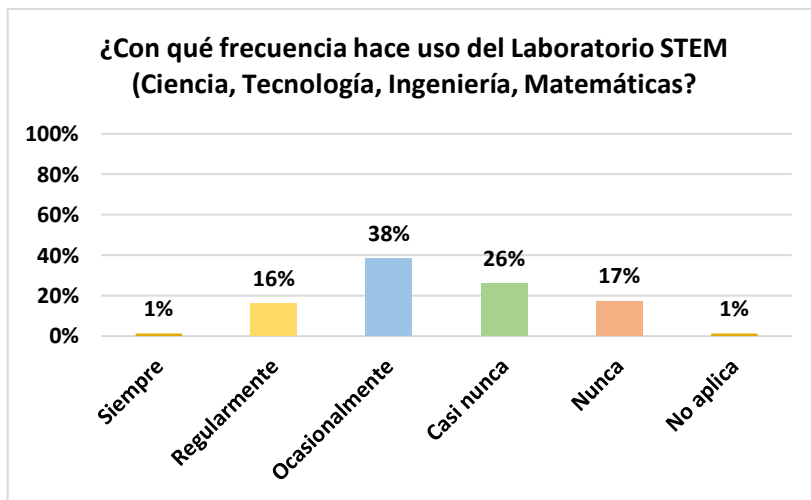
Participación de los estudiantes en prácticas en el Laboratorio STEM.



Fuente. Propia.

Gráfica 2.

Nivel de utilización del Laboratorio STEM.

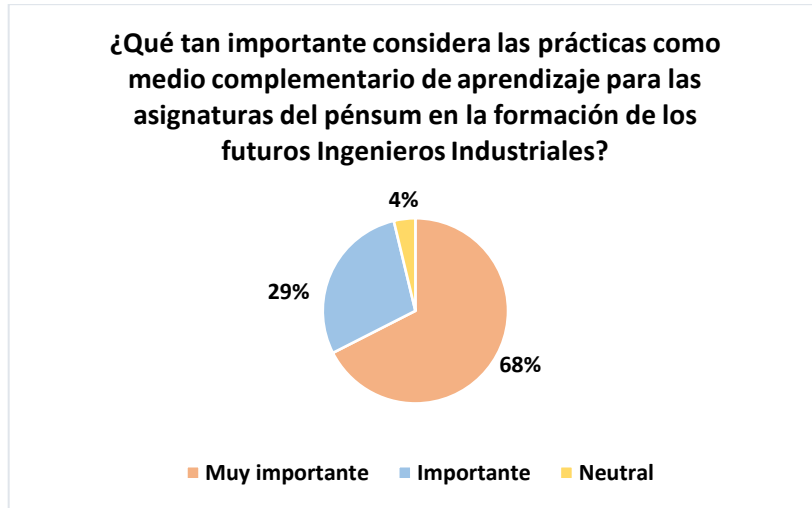


Fuente. Propia.

Reconociendo que un alto porcentaje de los estudiantes encuestados durante la carrera conocen y han hecho prácticas al menos una vez del Laboratorio STEM de la Universidad Santiago de Cali dirigido especialmente al Programa de Ingeniería Industrial. No obstante, la frecuencia con la que usan este laboratorio para prácticas experimentales es muy reducida casi nula, porque solo existen prácticas para una o dos asignaturas del pensum académico del programa.

Gráfica 3.

Percepción de los estudiantes sobre la importancia de las prácticas en el Programa de Ingeniería Industrial.



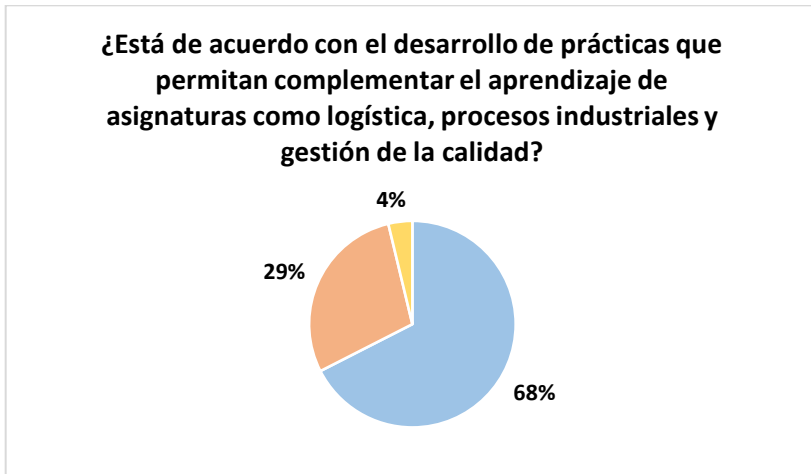
Fuente. Propia.

De la misma manera, se reconoce que al 68% de estudiantes encuestados les parece muy importante que se realicen prácticas experimentales dentro de este laboratorio y de una manera más frecuente, que les permita poner en práctica los conocimientos teóricos adquiridos en las diferentes asignaturas del pènsum académico, ya que en la actualidad muchas de las asignaturas dentro de este no presentan una etapa práctica en sus planes de trabajo y fortalecer sus competencias como futuros ingenieros industriales.

Tal como lo menciona Karre et al. (2017) en su investigación sobre las futuras cualificaciones y competencias de los trabajadores en la industria, se destacan las habilidades y conocimientos en TIC, procesamiento y análisis de datos, habilidades para interactuar con interfaces modernas, programación informática y habilidades de codificación, conocimientos especializados sobre actividades y procesos de fabricación, conocimiento especializado sobre tecnologías entre otros.

Gráfica 4.

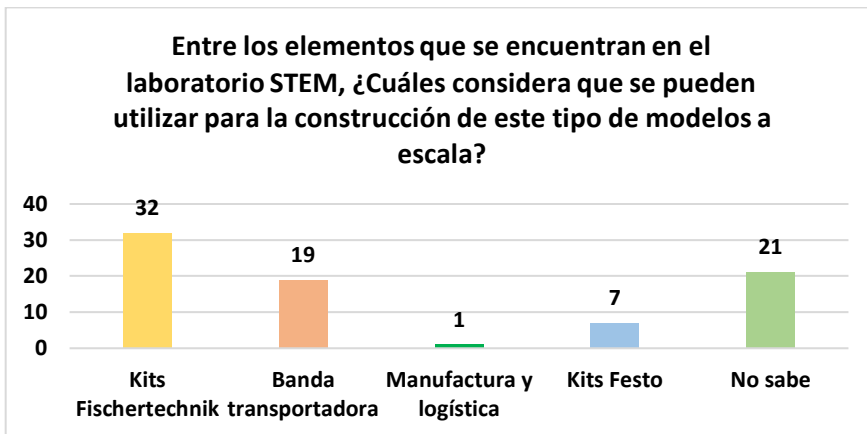
Opinión estudiantil sobre prácticas complementarias para asignaturas del pènsum como logística, procesos industriales y gestión de la calidad.



Fuente. Propia.

Gráfica 5.

Elementos del Laboratorio STEM para modelos a escala.

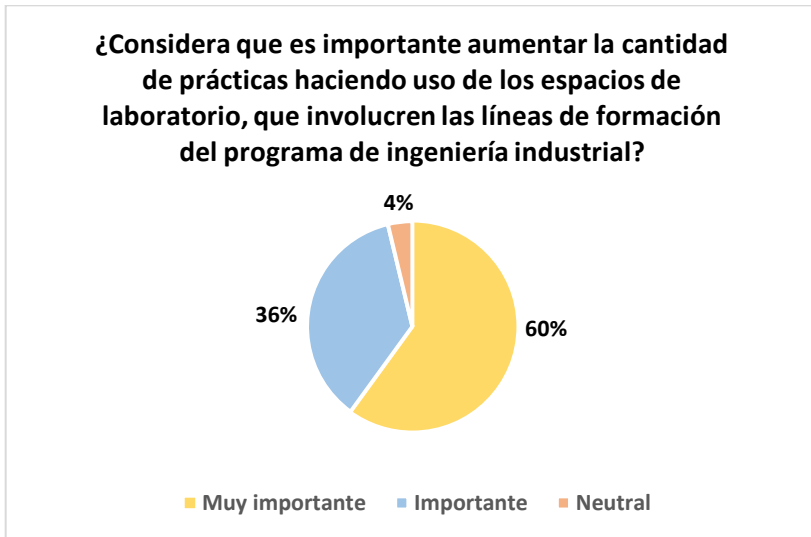


Fuente. Propia.

Además, el 68% de los estudiantes están totalmente de acuerdo con que se implementen nuevas herramientas y dispositivos que les permita hacer dichas prácticas en diferentes asignaturas, sugiriendo como elemento principal el aprovechamiento de los kits Fischertechnik ya disponibles en este laboratorio, esto debido a que es un material muy didáctico, de fácil manejo y que encuentran atractivo su funcionamiento al poder realizar diferentes dispositivos o mecanismos que simulen procesos industriales reales.

Gráfica 6.

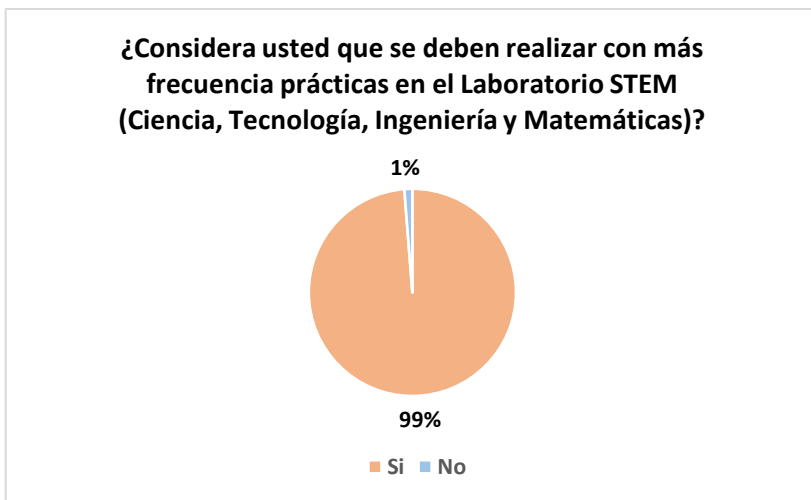
Opinión estudiantil sobre la importancia del aumento de realización prácticas en los laboratorios.



Fuente. Propia.

Gráfica 7.

Opinión estudiantil sobre la frecuencia de realización de prácticas en el Laboratorio STEM.

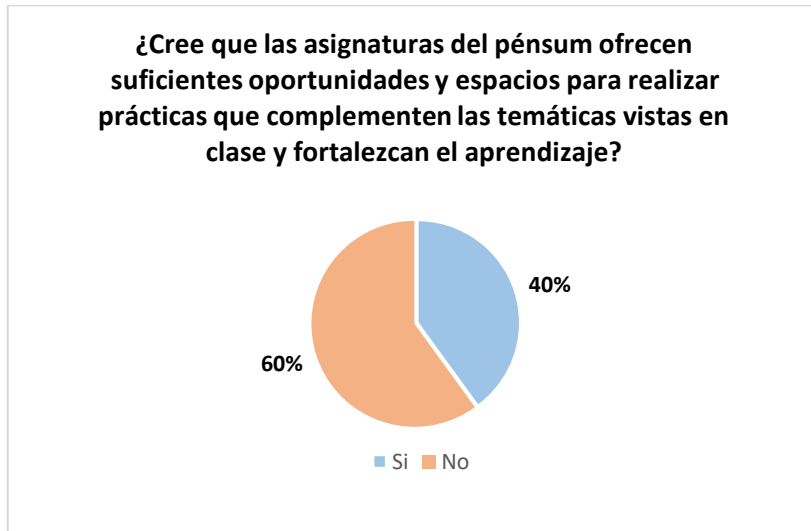


Fuente. Propia.

Simultáneamente se refleja que un 96% de los estudiantes consideran importante o muy importante aumentar la cantidad de prácticas que involucren los laboratorios, lo que destaca la percepción de que estas actividades son esenciales para su aprendizaje. Así mismo, el 99% está de acuerdo con que las prácticas en el laboratorio STEM (Ciencia, Tecnología, Ingeniería y Matemáticas) deben realizarse con mayor frecuencia. Esta coincidencia en los resultados sugiere que no es solo valorado el uso de los laboratorios, sino que también que las practicas sean un poco más frecuentes e integrada en su formación académica.

Gráfica 8.

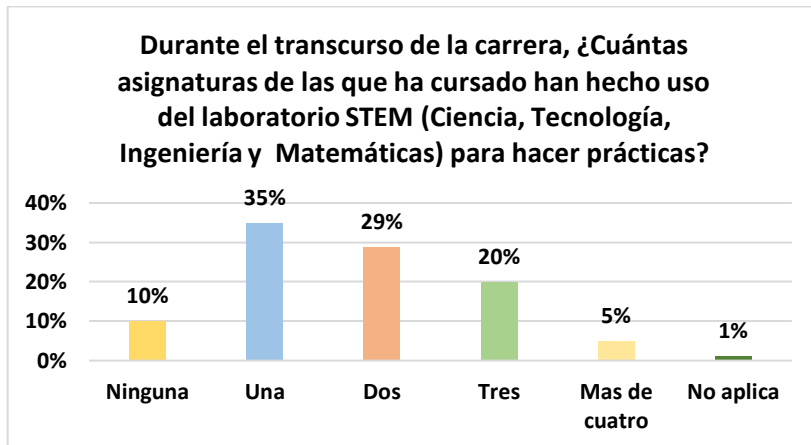
Opinión Estudiantil sobre las oportunidades de prácticas complementarias.



Fuente. Propia.

Gráfica 9.

Opinión estudiantil sobre el uso del laboratorio STEM por asignatura.

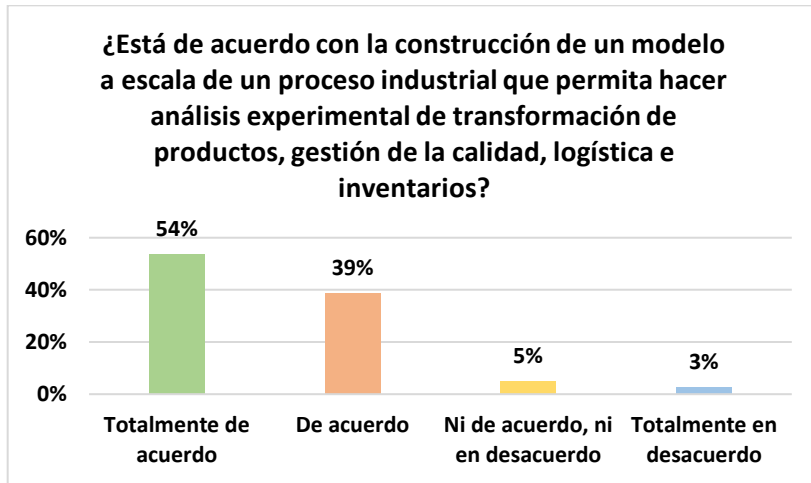


Fuente. Propia.

Igualmente se refleja una percepción generalizada de la falta de oportunidades prácticas en el p nsu , ya que el 60% de los estudiantes consideran que no se ofrecen suficientes espacios para complementar la teoría con la práctica. Este problema se evidencia en el uso limitado del laboratorio STEM, donde solo el 5% de los estudiantes lo ha utilizado en más de 4 asignaturas, la mayoría de las practicas se concentran en pocas asignaturas como lo son laboratorio de proceso industriales y métodos y diseños de trabajo.

Gráfica 10.

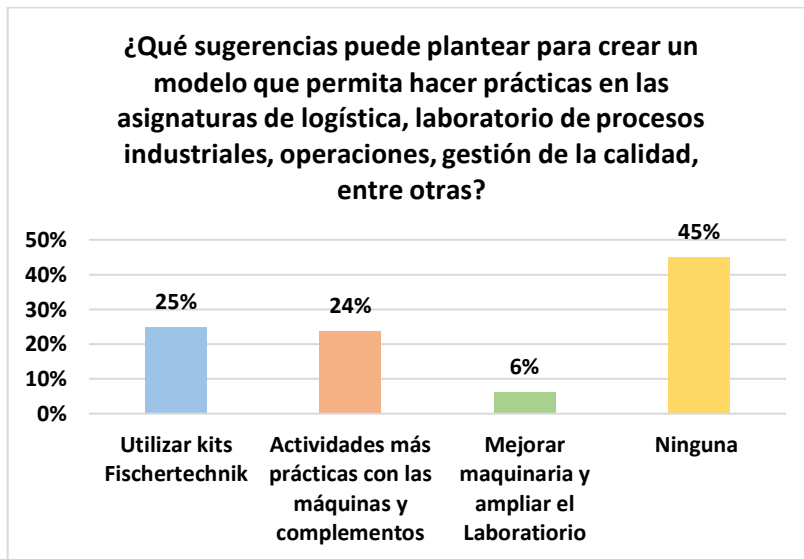
Opinión Estudiantil sobre la construcción de un modelo a escala de un proceso industrial.



Fuente. Propia.

Gráfica 11.

Sugerencia de elementos del Laboratorio STEM para Modelos a Escala.



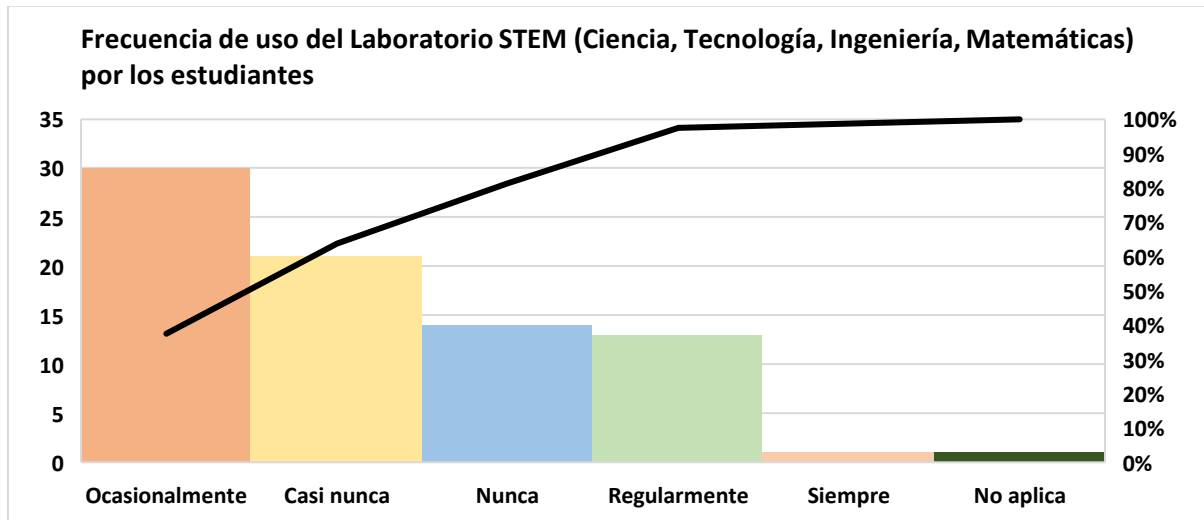
Fuente. Propia.

En consiguiente se ve reflejado un fuerte consenso sobre la importancia de construir un modelo a escala para el análisis experimental en procesos industriales, con un 93% de los encuestados a favor de la propuesta. Esto sugiere una necesidad percibida de mejorar la formación práctica en áreas críticas como logística y gestión de calidad. Las sugerencias para implementar este modelo destacan la utilización de kits Fischertechnik, lo que indica que los estudiantes la ven como una herramienta que facilita la comprensión teórica a través de la práctica. Sin embargo, un 45% no propuso sugerencias específicas, lo que pone en el foco la falta de información sobre alternativas disponibles.

A partir de los resultados obtenidos en la encuesta, se desarrollaron un Diagramas de Pareto y un Diagrama de Ishikawa. Estas herramientas facilitaron la identificación de las necesidades de los estudiantes del Programa de Ingeniería Industrial a lo largo de su trayectoria académica, desde el inicio hasta la culminación de su carrera profesional.

Gráfica 12.

Diagrama de Pareto acerca de la frecuencia con la que los estudiantes del programa de Ingeniería Industrial usan el Laboratorio STEM.

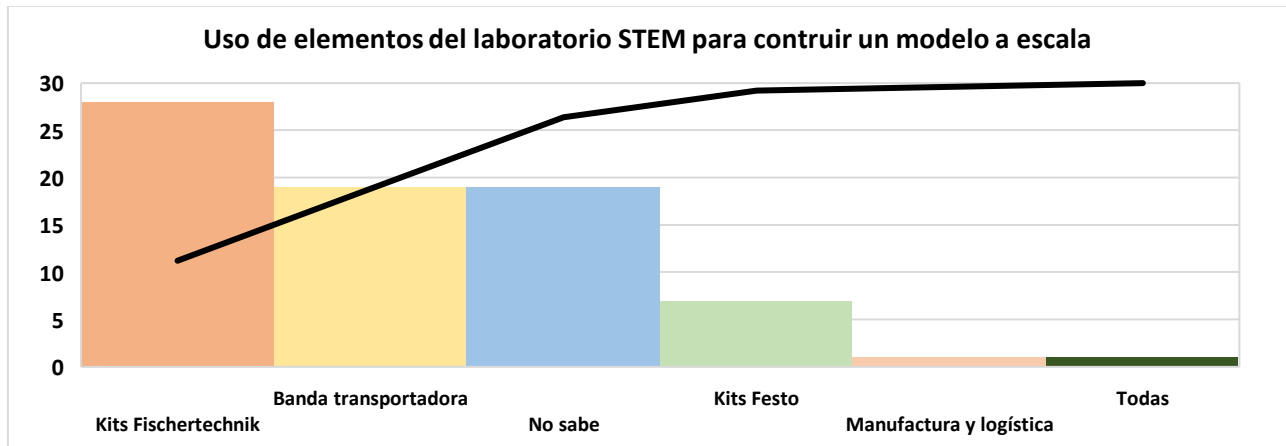


Fuente. Propia.

En la gráfica 12 que es un Diagrama de Pareto se presentó un análisis de la frecuencia de uso del laboratorio STEM entre los estudiantes encuestados. Lo que revela que un 38% de los estudiantes utiliza el recurso ocasionalmente, lo que indica una aceptación moderada, pero a su vez sugirió que hay barreras que impiden un uso más constante. En contraste, un 44% afirmó que “casi nunca” y “nunca” usan el laboratorio, lo que resalto una alerta sobre la falta de integración con el laboratorio, lo que sugirió que la mayoría de los estudiantes no han encontrado en este un recurso de apoyo constante en su aprendizaje.

Gráfico 13.

Diagrama de Pareto sobre los elementos que se pueden utilizar para construir un modelo a escala.



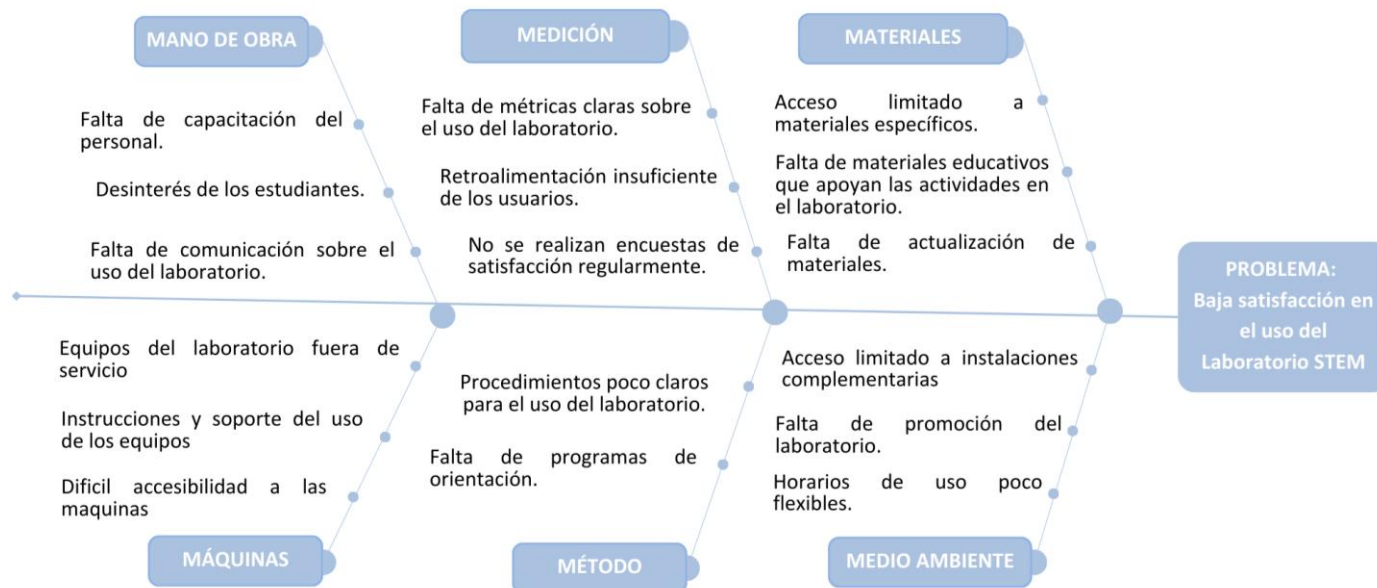
Fuente. Propia.

En la gráfica 13, se presenta un Diagrama de Pareto, donde se analizó la percepción de los estudiantes sobre los elementos del laboratorio STEM que pueden ser utilizados para la construcción de modelos a escala. Lo que reveló 37.33% de los encuestados consideran que los kits Fischertechnik son la opción más viable, lo que indica una clara preferencia por estos recursos para el desarrollo de proyectos. Este análisis reveló la preferencia de los estudiantes para implementar estrategias educativas para promover el uso del laboratorio STEM.

Gráfica 14.

Diagrama de Ishikawa con respecto a la baja satisfacción de los estudiantes con respecto al uso de Laboratorio STEM.

Diagrama de Ishikawa



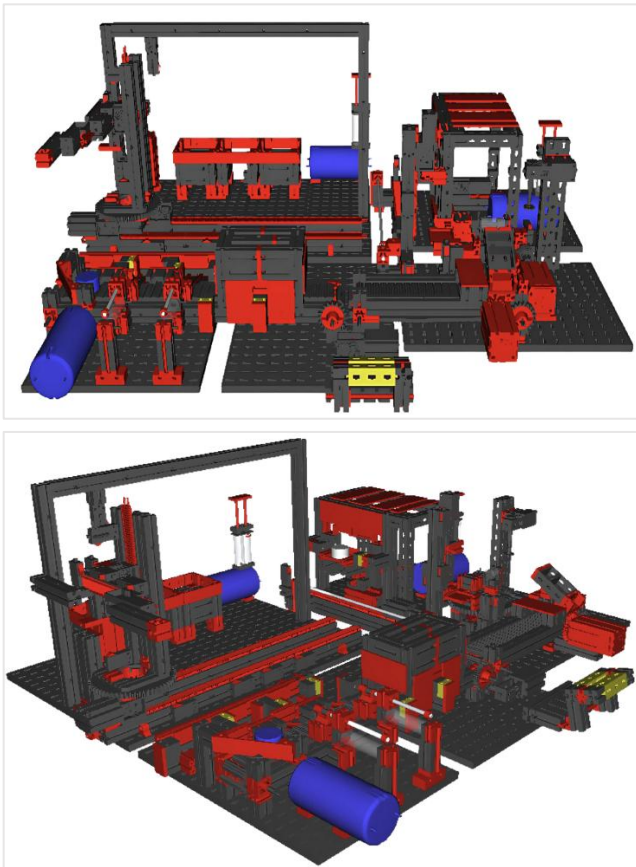
Fuente. Propia.

En la gráfica 14, se presenta un Diagrama de Ishikawa donde se observó que la baja satisfacción en el uso del laboratorio STEM es debido a múltiples factores. Entre las causas principales se encontraron la falta de capacitación, procedimientos pocos claros y la escasez de materiales actualizados, lo que genera desinterés y confusión entre los estudiantes, esta situación se refleja en la frecuencia de uso de este reflejada en la gráfica 6, donde se pudo observar cómo estos problemas impactan negativamente en la participación de los usuarios. En conjunto, ese vio la necesidad de abordar las deficiencias para mejorar la experiencia en el laboratorio y fomentar un mayor compromiso e interés por parte de los estudiantes.

Con el fin de responder a las necesidades expresadas por los estudiantes del programa de Ingeniería Industrial, se realizó un diseño virtual por medio del software Fischertechnik Designer (Figura 8) para presentar la propuesta del módulo de aprendizaje a construir teniendo como referencia material audiovisual de otros modelos Fischertechnik, que permitió a su vez definir los módulos que iban a ser parte del modelo y su estructura.

Figura 8.

Diseño virtual de línea de producción por medio de Fischertechnik Designer.



Fuente. Propia.

Para la construcción de este se utilizaron Kits de Fischertechnik que fueron proporcionados por la Universidad Santiago de Cali, en donde se hizo uso del diseño virtual y material audiovisual como guías para construcción y método de reconocimiento del funcionamiento de cada uno de los módulos para así realizar su correcta programación.

Este modelo cuenta con varios módulos que simulan un proceso de horneado, calidad, clasificación de piezas y almacenaje, utilizando bandas transportadoras y brazos robóticos como medio de transporte para las piezas que son procesadas. Para el funcionamiento del prototipo físico, se utilizó el software de RoboPro, el cual permite realizar la programación de los diferentes actuadores del modelo y así darle su correcto funcionamiento, por medio de diagramas de flujo de varios bloques haciendo de esta un proceso sencillo e intuitivo.

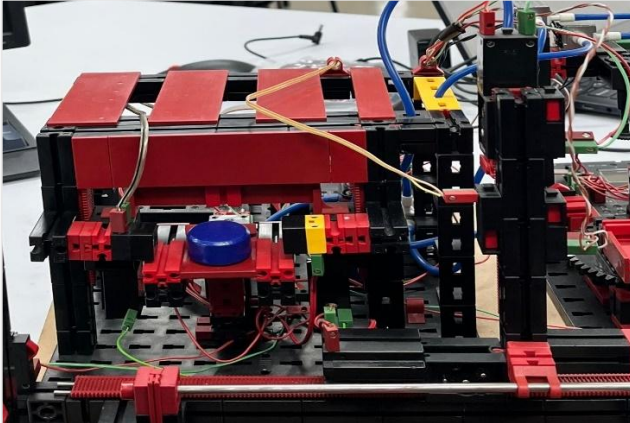
La programación de este módulo de aprendizaje incluye bloques con sensores que recolectan datos del entorno, introduciendo información al sistema, tales como fototransistores que detectan la presencia de las piezas por la obstrucción que estas realizan a una fuente de luz y pulsadores que al ser accionados mandan una señal al programa, esto con el fin de iniciar o limitar el funcionamiento de los diferentes actuadores. Además, cuenta con actuadores que reaccionan según la información obtenida, de acuerdo con la programación definida en el software. Entre estos actuadores se encuentran motores, lámparas y válvulas magnéticas.

La línea de producción inicia con un proceso de horneado (Figura 9), donde se realiza el ingreso de la pieza manualmente se posicionándola en el lugar correspondiente. Mediante la programación (Figura 10), el sensor fototransistor detecta su presencia debido a la obstrucción de luz generando una señal “0” e ingresa la pieza al horno por medio de un motor, donde permanece un tiempo de 5 segundos simulando el procesamiento térmico, este tiempo puede ajustarse según el tipo de procesamiento deseado. Posteriormente, saca la pieza del horno y espera a que un brazo robótico la recoja. Este

proceso se realiza mediante un sistema neumático que utiliza una válvula que permite el ingreso de aire desde un pequeño compresor hacia dos pistones que crean un efecto de vacío, lo que permite recoger la pieza por medio de una ventosa y trasladarla a la siguiente estación de control de calidad.

Figura 9.

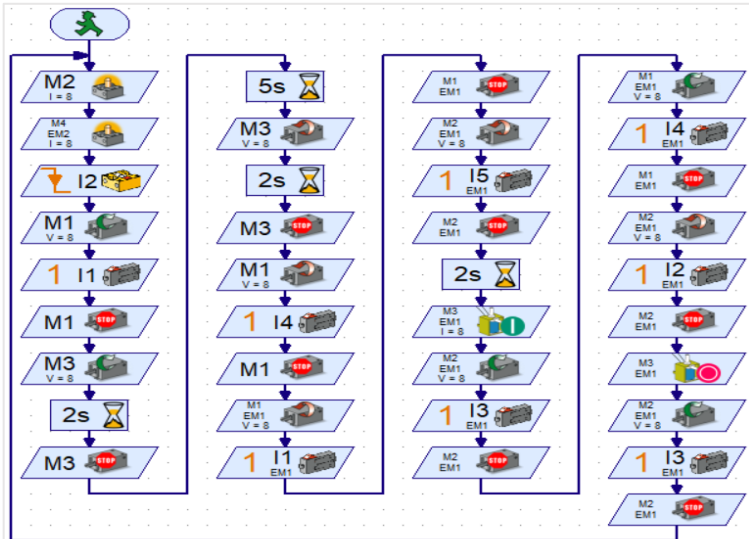
Estación de multiprocesamiento con horno de cocción 9 voltios.



Fuente. Propia.

Figura 10.

Programación de la estación de multiprocesamiento con horno de cocción 9 voltios.

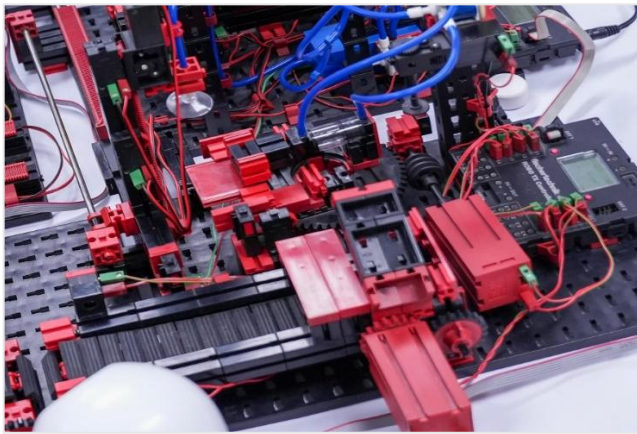


Fuente. Propia.

Una vez la pieza esté en el segundo módulo (Figura 11), se posiciona en un mecanismo rotatorio, cuya programación (Figura 12) inicia con la activación de un pulsador que activa un motor, orientando la pieza hacia la verificación de calidad, en el que permanece 3 segundos. Al finalizar este proceso, el mecanismo completa su trayectoria y expulsa la pieza hacia una banda transportadora mediante la activación de válvulas que efectúan el movimiento de un pistón, facilitando su traslado a la siguiente estación.

Figura 11.

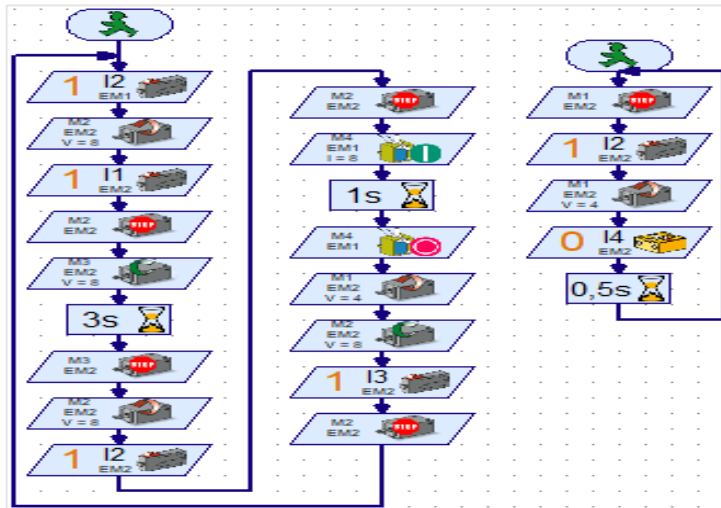
Proceso de calidad y banda transportadora 9 voltios.



Fuente. Propia.

Figura 12.

Programación del proceso de calidad y banda transportadora 9 voltios.



Fuente. Propia.

Una vez la pieza se coloca en la banda transportadora, avanza hacia la estación de clasificación mediante reconocimiento de color (Figura 13). Iniciando la programación (Figura 14) un sensor fototransistor activa otra sección de la banda transportadora que dirige la pieza hacia una estructura cerrada donde se encuentra otro sensor fototransistor y el sensor de color.

El sensor fototransistor que detecta la presencia de la pieza bajo el sensor de color y detiene la banda. Con la banda detenida, el sensor de color recopila la información del color de la pieza que está siendo procesada y la clasifica, basándose en parámetros definidos en el código de programación. Los límites establecidos para cada color son los siguientes:

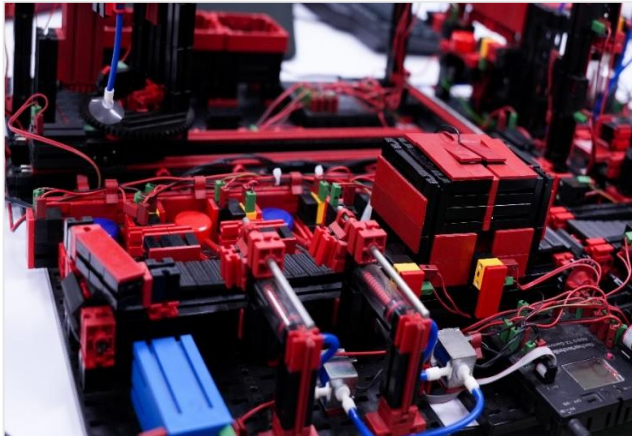
- Blanco ≤ 2020
- Rojo ≤ 2160
- Azul > 2160

Una vez que se ha recopilado esta información, el programa toma una decisión y reanuda el funcionamiento de la banda, dirigiendo la pieza hacia el pistón correspondiente según su color. Si la pieza es blanca, se activará el primer pistón; si es roja, activará el segundo pistón y si es azul, caerá a su respectivo stage por obstrucción. Las piezas las expulsarán los

actuadores hacia las áreas designadas para cada color, y luego se trasladarán al proceso de almacenamiento.

Figura 13.

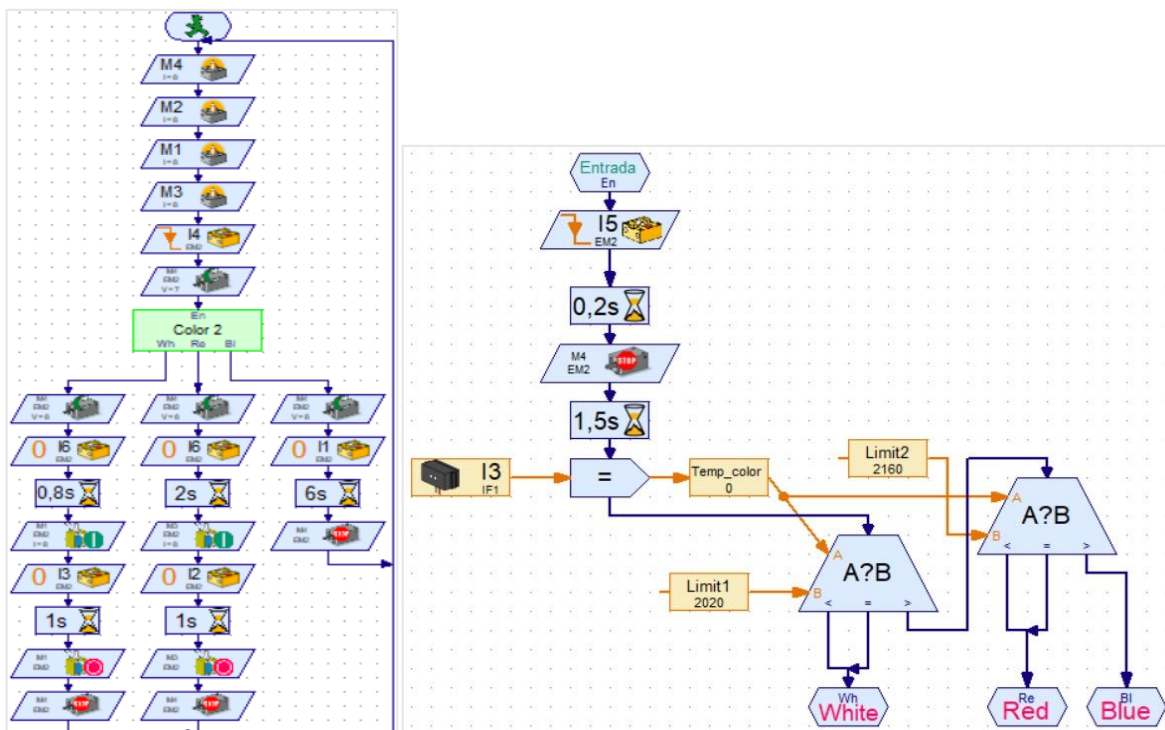
Estación de cinta de clasificación con reconocimiento de color de 9 voltios.



Fuente. Propia.

Figura 14.

Programación de la cinta de clasificación con reconocimiento de color 9 voltios.



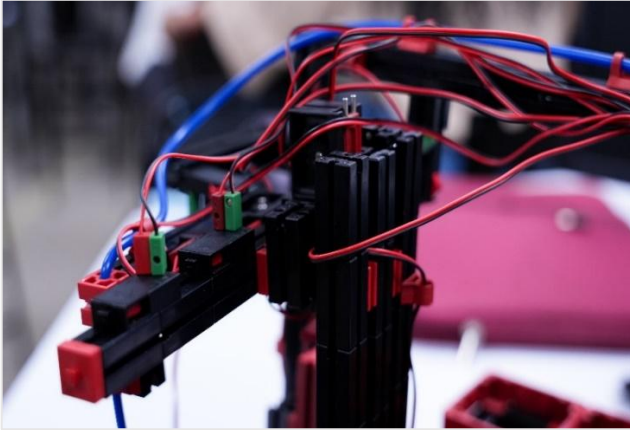
Fuente. Propia.

Por último, una vez las piezas están ubicadas en su stage correspondiente son detectadas por sensores fototransistores que inician el programa asignado a cada uno de los almacenes según el color de las piezas (Figura 17). Dependiendo del sensor activado, se ejecuta un programa haciendo que un brazo robótico (Figura 15) tome la pieza del stage por medio de un mecanismo neumático similar al del primer brazo, utilizando una válvula, un compresor y dos pistones para generar un efecto de vacío. Una vez tomada la pieza, este hace movimientos cartesianos y de rotación realizados por motores para poder dirigirse hacia los almacenes compactos verticales asignados a cada pieza según su color (Figura 16), almacenándola

en cada uno de estos y terminando el ciclo del proceso.

Figura 15.

Manipulador de aspiración al vacío de 9 voltios.



Fuente. Propia.

Figura 16.

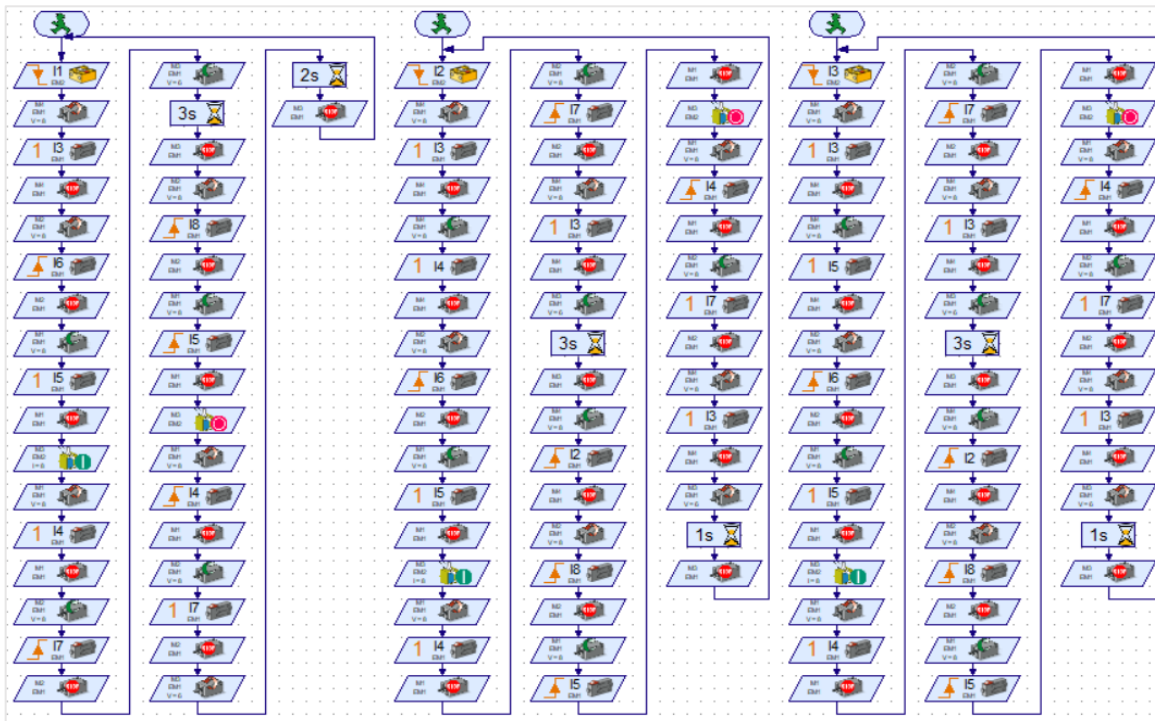
Estación de almacenamiento compacto.



Fuente. Propia.

Figura 17.

Programación de brazo robótico según el color de las piezas 9 voltios.



Fuente. Propia.

Este modelo a escala cuenta con una cámara inteligente inalámbrica WIFI (Figura 18) con la cual se puede monitorear visualmente el proceso de la línea de producción o detectar el funcionamiento de esta (Figura 19), desde los dispositivos móviles por medio de la aplicación “Tuya Smart” haciendo un proceso de vinculación por medio de WIFI con la cámara o mediante un enlace de invitación. Una vez este dispositivo sea vinculado, se puede visualizar el proceso desde cualquier lugar del mundo siempre y cuando la cámara esté conectada a una red WIFI. De esta manera estamos impulsando el uso de tecnologías de la industria 4.0 con el monitoreo de los procesos por medio de IoT (Internet of Things). Un sistema de control de procesos permite medir y evaluar las salidas de los procesos y el funcionamiento de estos. Mediante los sistemas de control de procesos se puede determinar que procesos necesitan ser mejorados o rediseñados para planificar e implementar acciones de mejora, con el fin de buscar la satisfacción del cliente interno o externo. (Camisón et al., 2006). Esta cámara será utilizada principalmente para llevar a cabo las prácticas de laboratorio en la asignatura de gestión y control de la calidad, además se podrá integrar a otras asignaturas del pensum académico para seguir el proceso de la línea de producción.

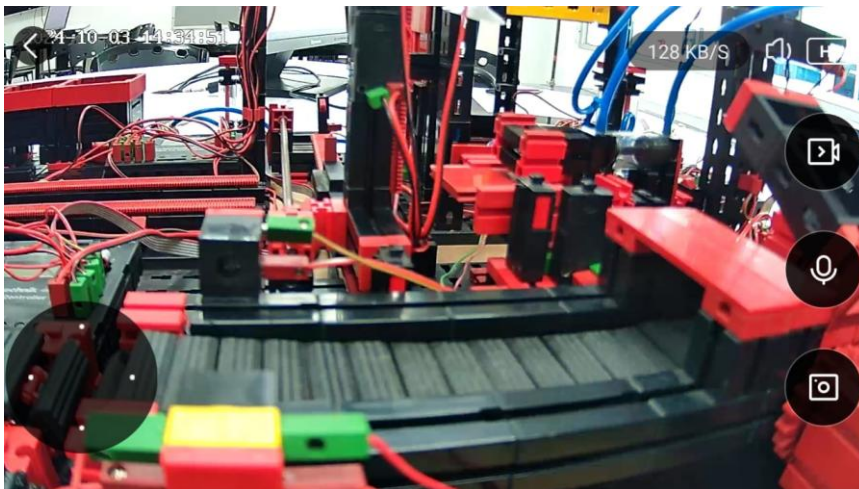
Figura 18.
Cámara de monitoreo.



Fuente. Propia

Figura 19.

Ejemplo de visualización del proceso mediante interfaz de la cámara.



Fuente. Propia

Una vez finalizado el proceso de construcción y programación del modelo, se elaboraron guías de trabajo en formato talleres. Estas guías facilitaron la realización de prácticas experimentales utilizando el modelo construido en diversas asignaturas del plan de estudios, tales como logística, gestión de la calidad y laboratorio de procesos industriales.

El contenido de estas guías fue desarrollado en colaboración con el personal docente del Programa de Ingeniería Industrial de la Universidad Santiago de Cali. Este trabajo conjunto tuvo como objetivo adaptar las guías al plan de trabajo de las asignaturas, asegurando así que se pudiera aprovechar al máximo esta innovadora herramienta educativa.

Para respaldar lo mencionado anteriormente, se muestra un ejemplo de cómo se elaboró una guía para la asignatura de logística titulada “Proceso Logístico de una Línea de Producción a escala” (Anexo 1). Esta se centra específicamente en la logística interna y los tipos de almacenamiento que existen en este ámbito y, con el propósito de que los estudiantes que cursen esta asignatura puedan proponer soluciones innovadoras que contribuyan al mejoramiento de prototipo.

Asimismo, se elaboró la guía de Gestión de la Calidad (Anexo 2) con el objetivo general de desarrollar competencias en control y gestión de calidad. Esta guía busca principalmente que los estudiantes adquieran habilidades en un entorno

simulado de manufactura, enfocándose en la identificación de posibles fallos o errores en la calidad del proceso y del producto final, así como la detección de los puntos de no conformidad y en la caracterización del proceso. Además, se desarrolló la guía para la asignatura de Laboratorio de Procesos Industriales (Anexo 3), que tiene el objetivo de que los estudiantes del programa desarrollen habilidades en el diseño y control de procesos industriales automatizados. Esto se logrará mediante la programación del ROBOTX Controller y el uso del software de ROBOPRO para programar las estaciones de multiprocesamiento, control de calidad y clasificación con reconocimiento de color, así como el establecimiento de un diagrama de flujo del proceso. Se espera que aquellos que realicen la práctica, adquieran la capacidad de comprender los sistemas de control y propongan mejoras en el proceso.

Finalmente, se realiza un proceso evaluativo de las guías de trabajo realizadas junto con el modelo construido, verificando que ambos se encuentren correctamente relacionados y se puedan llevar a cabo los experimentos sin ningún tipo de inconvenientes. Además, se realizaron pruebas del modelo en sí para verificar su correcto funcionamiento, tanto de los actuadores mecánicos como de la programación realizada (Figura 20 y 21).

Figura 20.

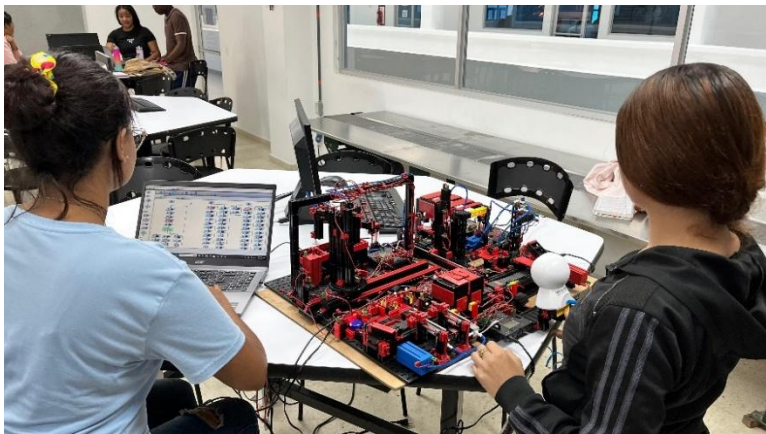
Proceso evaluativo con los estudiantes del programa de ingeniería industrial.



Fuente. Propia.

Figura 21.

Calibración de sensores de color con estudiantes del programa de ingeniería industrial.



Fuente. Propia.

VI. CONCLUSIONES

La investigación presente logra reconocer la importancia de las prácticas en los laboratorios universitarios y la relevancia

que tienen para los estudiantes, reflejando que estos están interesados en interactuar de manera frecuente con dispositivos y herramientas que les permitan enriquecer su conocimiento y fortalecer el ya adquirido durante su proceso de formación.

Mediante el uso de la metodología de investigación mixta, herramientas de recolección de datos cualitativos como lo son las encuestas, y el análisis cuantitativo de estas, se reconoce la necesidad los estudiantes del programa de ingeniería industrial de la universidad Santiago de Cali de tener la oportunidad de hacer más prácticas de laboratorio en diferentes asignaturas del pensum académico, la importancia que estos le atribuyen a estas y su opinión sobre el uso de elementos como los kits Fischertechnik disponibles en el laboratorio STEM para realizar dichas prácticas.

Con base a las opiniones de los estudiantes se decide idear, diseñar y construir un modelo a escala de una línea de producción por medio de los kits Fischertechnik, que lograrse satisfacer las necesidades de estos, siendo los materiales más adecuados debido a que los kits de esta empresa alemana están diseñados con el fin de ayudar en el aprendizaje estudiantes de una manera didáctica, permitiendo simular diversos escenarios de la industria real a un ambiente controlado en marco de los procesos industriales automatizados. Además, se logró aprovechar de manera efectiva los recursos disponibles dentro del laboratorio STEM para llevar a cabo la construcción de este modelo.

El desarrollo de guías de trabajo para utilizar el modelo construido es una parte fundamental, para asegurarse del correcto funcionamiento de este dispositivo. Además, son un medio que permite integrar este módulo de aprendizaje con asignaturas del pensum académico como logística, gestión y control de la calidad y laboratorio de procesos industriales ajustándose al plan de curso de cada una de estas. De esta manera, se logra abrir un nuevo espacio dentro del laboratorio STEM donde los estudiantes puedan poner en práctica los conocimientos teóricos aprendidos, cumpliendo con las necesidades y requerimientos expresados por estos al inicio de esta investigación.

Finalmente, por medio de este proyecto, se lograron atender las necesidades inicialmente expresadas por los estudiantes, brindándoles nuevos espacios para que puedan fortalecer su formación académica, generando nuevas competencias que les servirá para ser profesionales más competentes.

VII. TRABAJOS FUTUROS

En base a la experiencia adquirida durante el desarrollo de este trabajo investigativo, se lograron identificar oportunidades de mejora y nuevas propuestas que pueden ser abarcadas en futuras investigaciones o proyectos.

Primeramente, durante la creación de las guías de aprendizaje se encontró que este módulo de aprendizaje tiene la capacidad de adaptarse a más asignaturas del pensum académico del programa de ingeniería industrial que las seleccionadas en esta investigación. Por ejemplo, podemos encontrar asignaturas como métodos y tiempos, operaciones I y II, distribución en planta, entre otras, con las cuales se podría aprovechar el uso módulo de aprendizaje para crear más prácticas de laboratorio y fortalecer el aprendizaje en los estudiantes, además impulsar el uso del laboratorio STEM.

En cuanto al modelo escala actual, se propone integrar un proceso de recepción automático de materia prima y construcción de un mecanismo automático para el posicionamiento de las piezas en el proceso de horneado.

Por otro lado, se propone continuar la ampliación de este modelo a escala e ir más allá de una línea de producción. Entre las opciones ideadas se encuentra la integración de un proceso de alistamiento, despacho y envío de producto terminado. Donde las piezas almacenadas se dirijan a un muelle y sean cargadas a un vehículo seguidor de línea creado con kits Fischertechnik que simule el proceso logístico de última milla o que lleve las piezas a un destino determinado para que poder realizar otro proceso simulado, integrando diversas líneas de producción.

Esta última propuesta es más ambiciosa, la cual requiere de la inversión de más y más novedosos kits Fischertechnik por parte del programa, ya que, a pesar de que aún se cuenta con un buen número de piezas de construcción, se carece de mecanismos mecánicos, neumáticos y electrónicos para llevar a cabo la construcción de nuevos procesos. Además de tener la posibilidad de integrar de las nuevas tecnologías de la industria 4.0 que presenta la empresa Fischertechnik con sus nuevos controladores TXT CONTROLLER 4.0, que ofrece 512 MB RAM y 4 GB eMMC en almacenamiento, tres salidas para servomotores, pantalla táctil, conexión Wi-fi y Bluetooth y numerosas características nuevas (Fischertechnik, 2024). Al final, los resultados de esta inversión serían favorables para el programa y sus estudiantes, complementando su aprendizaje, fortaleciendo de competencias que debe tener un ingeniero del futuro y abriendo nuevas puertas hacia la simulación de procesos industriales automatizados.

REFERENCIAS

- Aguilar-Jiménez, A. S., Herrera-Pérez, F. A., Córdoba-Tuta, E., & Jaimes-Carrillo, L. (2014). DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN PROTOTIPO DE LÍNEA DE PRODUCCIÓN AUTOMATIZADA COMO APOYO AL PROCESO ENSEÑANZA APRENDIZAJE. Encuentro Internacional De Educación En Ingeniería. <https://doi.org/10.26507/ponencia.1195>
- Ariza, O. (2023). ¿Qué es STEM? Una propuesta conceptual de. Conastem. <https://www.conastem.org/post/qu%C3%A9-es-stem-una-propuesta-conceptual-de-conastem>
- Brown, T. (2008). Design Thinking. Harvard Business Review. <https://readings.design/PDF/Tim%20Brown,%20Design%20Thinking.pdf>
- Brown, T., & Wyatt, J. (2010). Design Thinking for Social Innovation. Stanford Social Innovation Review. https://myweb.uiowa.edu/dlgould/plugin/documents/Design_Thinking_for_Social_Innovation.pdf p 33
- Bruner, J. S. (1964). "The course of cognitive growth", en American Pshychologist, s. l., 17, 1/15.
- Camisón, C., Cruz, S., & González, T. (2006). Gestión de la Calidad: Conceptos, enfoques, modelos y sistemas. Pearson Education S.A. <https://clea.edu.mx/biblioteca/files/original/64db843c11c52aaf913a5322feafd3d8.pdf>
- Cook, T. D., & Reichardt, C. S. (2000). Métodos cualitativos y cuantitativos en investigación evaluativa. Ediciones Morata. https://books.google.com.co/books?hl=es&lr=&id=E-vqzcBuCi0C&oi=fnd&pg=PA59&dq=m%C3%A9todo+cualitativo+&ots=Cx2rBG5QDa&sig=N0msAc4gCMa7FOWDRHJhqg5MsnE&redir_esc=y#v=onepage&q=m%C3%A9todo%20cualitativo&f=false
- Creswell, J.W. (2014). Research Design: Qualitative, Quantitative, and Mixed Methods Approaches. SAGE Publications.
- Delgado, P. (2022, 3 noviembre). Educación STEM: ¿Qué es y cómo sacarle provecho? Observatorio / Instituto Para el Futuro de la Educación. <https://observatorio.tec.mx/edu-news/educacion-stem-que-es-y-como-sacarle-provecho/>
- Escuela Nueva Volvamos a la Gente. (2024, 7 febrero). Materiales de Aprendizaje. Fundación Escuela Nueva Volvamos A la Gente. <https://escuelanueva.org/materiales-de-aprendizaje-2/>
- Fischertechnik. (2024). Fischertechnik Designer Software. Recuperado 27 de septiembre de 2024, de <https://www.fischertechnik.biz/fischertechnik-designer-software>
- Fischertechnik. (2024). TXT 4.0 Controller. Recuperado 27 de septiembre de 2024, de <https://www.fischertechnik.de/es-es/productos/escuelas/robotics/560166-txt-4-0-controller>
- Fischertechnik. (s. f.). Sobre fischertechnik - <https://www.fischertechnik.de/es-es/servicio/empresa/sobre-fischertechnik>
- González Rivero, B. M. (2015). Módulo y desarrollo de competencia: origen de una concepción diferente. Actualidades Investigativas En Educación, 15(3). <https://doi.org/10.15517/aie.v15i3.21073>
- Guerrero, A., Araque, J., & Gallo, M. (2016). Implementación de módulos didácticos para sistemas electrónicos de potencia. Revista Educación en Ingeniería. <https://educacioneningenieria.org/index.php/edi/article/view/593/280>
- Institute of Industrial & Systems Engineers. (2021). Industrial and Systems Engineering Body of Knowledge. <https://www.iise.org/details.aspx?id=43631>
- Jaraba, A. & De la Hoz, J. (2022). Diseño y construcción de cinco módulos para realizar prácticas de laboratorio en las áreas de automatización, procesos industriales, operaciones y control de sistemas de energía eléctrica. [Tesis de pregrado, Universidad del Magdalena]. Repositorio institucional – Universidad del Magdalena. <https://repositorio.unimagdalena.edu.co/server/api/core/bitstreams/393d57b6-1086-4f05-9755-70900c6d89c9/content>
- Jiménez Builes, JA, Ramírez Patiño, JF, & González España, JJ (2011). Sistema modular de robótica colaborativa aplicado en educación. Revista Facultad de Ingeniería Universidad de Antioquia, (58), 163-172.

Julià, C., & Antolí, J. Ò. (2018). Impact of implementing a long-term STEM-based active learning course on students' motivation. *International Journal Of Technology And Design Education*, 29(2), 303-327. <https://doi.org/10.1007/s10798-018-9441-8>

Karre, H., Hammer, M., Kleindienst, M., & Ramsauer, C. (2017). Transition towards an Industry 4.0 State of the LeanLab at Graz University of Technology. *Procedia Manufacturing*, 9, 206-213. <https://doi.org/10.1016/j.promfg.2017.04.006>

Louwagie Sapena, R. (2020). Proyecto de simulación del modelo de producción desarrollado por Fischertechnik en el contexto de la Industria 4.0. Universitat Politècnica de València. <http://hdl.handle.net/10251/157892>

Plattner, H. (2010). Design Process Mini-Guide. Stanford d. school. <https://static1.squarespace.com/static/57c6b79629687fde090a0fdd/t/58890239db29d6cc6c3338f7/1485374014340/METHODCARDS-v3-slim.pdf>

Reinel, P. & Velásquez, N. (2019). Diseño e implementación de un módulo didáctico para la elaboración de practicas orientadas a procesos industriales con énfasis en sistemas neumáticos, electroneumáticos e interfaz PLC-HMI. [Tesis de pregrado, Universidad Politécnica Salesiana Ecuador]. <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/17400/1/UPS-GT002670.pdf>

ROBO Pro Software-school Site Lic. (2024). Fischertechnik. Recuperado 27 de septiembre de 2024, de <https://www.fischertechnik.biz/robo-pro-software-school-site-lic-3>

Silva, A., Ferreira, O., & Berreiro, M. F. (2014). Guías de aprendizaje: herramientas para mediar en el aprendizaje del estudiante. *Chemistry Is All Around Network*, 1. https://chemistrynetwork.pixel-online.org/files/SUE_papers/genoa/PT/PT_Paper_ES.pdf

Viteri, N. C. (2012). La investigación mixta, estrategia andragógica fundamental para fortalecer las capacidades intelectuales superiores. *Revista científica*, 2(2).

ANEXOS



UNIVERSIDAD SANTIAGO DE CALI

FACULTAD DE INGENIERÍA

GUÍA DE LABORATORIO 2024/01

Programa:	Ingeniería industrial
Curso:	Logística
Docente:	
Título de Práctica:	Proceso logístico de una línea de producción a escala
Fecha:	26/09/2024

1. OBJETIVOS DE LA PRÁCTICA

1.1. OBJETIVO GENERAL

Analizar el proceso logístico de una empresa de manufactura por medio del modelo a escala de línea de producción simulada Fischertechnik.

1.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Introducir la teoría que será utilizada en la práctica, tales como: logística interna y tipos de almacenamiento.
- Utilizar el modelo a escala para demostrar la aplicación de la logística dentro de una línea de producción.
- Responder las preguntas del guía de trabajo después de interactuar con el modelo a escala para fortalecer y evaluar la temática de la práctica.

2. RESULTADOS DE APRENDIZAJE ALIMENTADOS EN ESTA PRÁCTICA

2.1. RESULTADOS DE APRENDIZAJE GENERALES

RA29. Formula preguntas o hipótesis, asociadas a la metodología para la explicación de los problemas disciplinares e interdisciplinares.

RA15. Compara los puntos de vista que tienen los diferentes actores en un conflicto.

RA14. Reconoce las posiciones e intereses de las partes de un conflicto

RA41. Valora la importancia de la toma de decisiones en diversos contextos educativos, sociales y profesionales.

2.2. RESULTADOS DE APRENDIZAJE DE PROGRAMA

Los estudiantes aplicaran conceptos de la logística en la producción demostrando conocimiento y entendimiento de los conceptos claves relacionados con la logística interna y los tipos de almacenes. Además, serán capaces de operar y analizar un modelo a escala de una línea de producción.

Al interactuar con las guías y el modelo los estudiantes desarrollaran habilidades de análisis crítico y resolución de problemas, formulando propuestas para dar solución a las diferentes dificultades logísticas que se puedan presentar.

3. MARCO TEÓRICO

De acuerdo con Bowersox, Closs y Cooper (2010), la logística interna es la maquinaria que permite funcionar a una empresa desde adentro hacia afuera, con el fin de que los productos o servicios estén disponibles tanto en cantidad, calidad y lugar requeridos a un costo razonable.

Por otro lado, según Escudero (2015), los principales sistemas o técnicas de almacenaje, cuando se utilizan estanterías son:

- Almacenaje convencional: consiste en almacenar mercancías paletizadas y artículos sueltos que se manipulan de forma manual.
- Almacenaje compacto: consiste en formar bloques de mercancías paletizadas, hasta la altura que permitan los medios mecánicos. Dentro de esta se encuentran las estanterías drive-in que siguen el criterio LIFO y las estanterías drive-throught que siguen el criterio FIFO.
- Almacenaje dinámico: Este almacenaje se utiliza para mercancías que necesitan una rotación perfecta, ya que el flujo del stock responde perfectamente a uno de los dos criterios de salida LIFO o FIFO. Con este sistema también se consigue un almacenamiento compacto y siempre hay un pallet en la salida.
- Almacenaje móvil: Consiste en instalar estanterías convencionales sobre plataformas o raíles que permitan mover las estanterías y dejar un pasillo entre ellas y así poder acceder a la mercancía.

4. MATERIALES Y EQUIPOS

- Componentes de Fischertechnik Robo TX Training Lab y Robo TX Controller para proponer otras alternativas de almacenamiento.
- Guía Laboratorio Logística.
- Computador.

5. METODOLOGÍA/DESARROLLO

Interactuando con el modelo a escala de línea de producción simulada Fischertechnik que consta de cuatro procesos principales, horneado, calidad, clasificación y almacenamiento, analizar el proceso logístico que este presenta, su logística interna y almacenamiento, proponiendo posibles mejoras para la línea de producción que permita optimizar sus procesos respondiendo las siguientes preguntas:

- ¿Cuál es el recorrido de los productos en la línea de producción? Realice un diagrama de recorrido para identificarlo.
- ¿Qué papel juega la logística interna en la eficiencia de la línea de producción?
- ¿Qué propuestas alternas tiene para transportar los productos por los diferentes procesos en el modelo evitando cuellos de botella?
- Entre las técnicas de almacenamiento existentes ¿Cuál considera que podría ajustarse al modelo? Proponga mejora que optimicen el almacenamiento.
- ¿Qué propone para simular un proceso de alistamiento y despacho de productos dentro del modelo?

6. PREGUNTAS

- | |
|--|
| 1. ¿Cómo identificar el recorrido de la materia prima y productos dentro de una línea de producción? |
| 2. ¿Cómo funciona la logística interna en una línea de producción? |
| 3. ¿De qué manera se puede optimizar la logística interna de una línea de producción? |
| 4. ¿Qué técnicas de almacenamiento pueden utilizarse para mejorar la eficiencia de una línea de producción? |
| 5. ¿Cómo se puede gestionar un proceso de alistamiento y despacho eficaz y eficiente para una línea de producción? |

7. CRITERIOS DE EVALUACIÓN

Criterio	Porcentaje

8. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Bowersox, D.J., Closs, D.J. and Cooper, M.B. (2010). Supply Chain Logistics Management. 3rd Edition, McGraw-Hill, Boston.
Escudero, M.J. (2015). Técnicas de almacén. Ediciones Paraninfo, S.A., Madrid.

Daniela Gutiérrez Aguirre. Sebastian Jojoa Añasco. Isabella Paz Delgado.		
Elaboró	Aprobó	Fecha de aprobación



UNIVERSIDAD SANTIAGO DE CALI

FACULTAD DE INGENIERÍA

GUÍA DE LABORATORIO 2024/01

Programa:	Ingeniería industrial
Curso:	Gestión y control de calidad
Docente:	
Título Práctica:	Control y gestión de calidad en un proceso de manufactura
Fecha:	25/09/2024

1. OBJETIVOS DE LA PRÁCTICA

1.1. OBJETIVO GENERAL

Desarrollar habilidades en control de calidad, mejora continua y gestión de procesos utilizando el prototipo de fábrica de manufactura.

1.2. OBJETIVOS ESPECÍFICO

- Analizar conceptos de control y gestión de calidad en proceso de manufactura.
- Identificar las áreas de mejora en el proceso, mediante el análisis de diagramas como: Recorrido, cursograma analítico, entre otros.
- Evaluar la eficiencia y eficacia del proceso de manufactura.

2. RESULTADOS DE APRENDIZAJE ALIMENTADOS EN ESTA PRÁCTICA

2.1. RESULTADOS DE APRENDIZAJE GENERALES

RA19. Organiza información cuantitativa usando tablas, gráficas, diagramas y otros formatos.
RA41. Valora la importancia de la toma de decisiones en diversos contextos educativos, sociales y profesionales.
RA5. Comunica ideas por escrito, referidas a un tema dado.
RA33. Utiliza programas ofimáticos para el mejoramiento en la presentación de sus trabajos académicos.

2.2. RESULTADOS DE APRENDIZAJE DE PROGRAMA

- Aplicar conocimientos control y gestión de calidad en un entorno práctico controlado.
- Reconocer las entradas, procesos y salidas de un proceso y su caracterización.
- Identificar puntos clave de inspección para el aseguramiento de la calidad.
- Identificar los posibles errores y riesgos presentes en el proceso.
- Proponer oportunidades de mejora que optimicen el proceso reduciendo sus costos.

3. MARCO TEÓRICO

Según Camisón et al. (2006) la gestión de la Calidad es una colección de métodos, utilizables puntual y aisladamente para el control de la calidad de productos y procesos, por lo que el término enfoque de Gestión de la Calidad se utiliza para describir un sistema que relaciona un conjunto de variables relevantes para la puesta en práctica de una serie de principios, prácticas y técnicas para la mejora de la calidad.

En cuanto al control de la calidad Ishikawa menciona, “es desarrollar, diseñar, manufacturar y mantener un producto de calidad que sea más económico, el más útil y siempre satisfactorio para el consumidor” (1988). Además, también “afirmó que la esencia de la calidad total reside en la aplicación repetida del ciclo PHVA hasta la consecución del objetivo”. (1995).

“La no conformidad detectada es una ausencia de la calidad. Los problemas de calidad se convierten en problemas de no conformidad” (1979).

Según la norma ISO:9001 (2015): Cuando ocurra una no conformidad, incluida cualquiera originada por quejas, la organización debe:

- a. Reaccionar ante la no conformidad y, cuando sea aplicable:
 1. Tomar acciones para controlarla y corregirla;
 2. Hacer frente a las consecuencias;
- b. Evaluar la necesidad de acciones para eliminar las causas de la no conformidad, con el fin de que no vuelva a ocurrir ni ocurra en otra parte, mediante:
 1. La revisión y el análisis de la no conformidad;
 2. La determinación de las causas de la no conformidad;
 3. La determinación de si existen no conformidades similares, o que potencialmente puedan ocurrir;
- c. Implementar cualquier acción necesaria;
- d. Revisar la eficacia de cualquier acción correctiva tomada;
- e. Si fuera necesario, actualizar los riesgos y oportunidades determinados, durante la planificación; y
- f. Si fuera necesario, hacer cambios al sistema de gestión de la calidad.

Las acciones correctivas deben ser apropiadas a los efectos de las no conformidades encontradas.

4. MATERIALES Y EQUIPOS

- Guía Laboratorio Logística.
- Computador.
- Archivo de Excel del Cursograma Analítico o Diagrama de Procesos.

5. METODOLOGÍA/DESARROLLO

La metodología utilizada en esta práctica tiene como principal objetivo aplicar conceptos de control y gestión de calidad en el prototipo de manufactura, con el propósito de identificar oportunidades de mejoras y optimizar el proceso.

Para lograr esto, se utilizará el modelo a escala de línea de producción simulada con los kits de Fischertechnik, que consta de cuatro procesos principales: Horneado, calidad, clasificación y almacenamiento. Aquí los estudiantes deberán realizar las siguientes actividades:

- Realizar un mapa de procesos en donde se logre identificar las entradas, procesos y salidas del sistema.
- Buscar la diferencia entre inspección y control en la calidad.

- Identificar donde se pueden establecer puntos de no conformidades en el proceso.
- Identificar los posibles errores o fallos en la calidad del proceso y producto.
- Lograr identificar el paso a paso del proceso a través de un cursograma analítico y mapearlo mediante un diagrama de recorrido.
- Desarrollar propuestas de mejora que permitan optimizar el proceso y buscar la reducción de costos.

6. PREGUNTAS

1. ¿Cómo representar el proceso de manufactura mediante un mapa de proceso, en donde se identifique de manera adecuada las entradas, proceso de transformación y salidas?
2. ¿Cuál es la diferencia entre inspección y control?
3. ¿Qué puntos de no conformidades se identifican en el proceso? Especificar y definir.
4. ¿Cuáles son los posibles riesgos o limitaciones en el proceso actual?
5. Identificar el paso a paso del proceso a través de un cursograma analítico.
6. Mapear el proceso mediante un diagrama de recorrido.
7. ¿Cómo se puede mejorar el proceso?

7. CRITERIOS DE EVALUACIÓN

Criterio	Porcentaje

8. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS (FORMATO IEEE)

Camisón, C., Cruz, S., & González, T. (2006). Gestión de la Calidad: Conceptos, enfoques, modelos y sistemas. Pearson Education S.A. <https://clea.edu.mx/biblioteca/files/original/64db843c11c52aaf913a5322feafd3d8.pdf>

Ishikawa, K. (1988). ¿Que es el control total de la calidad? La modalidad japonesa. Norma S.A. <https://es.scribd.com/document/373272907/Que-Es-El-Control-Total-de-La-Calidad-Kauro-Ishikawa>

Crosby, P. (1979). Quality is Free: The Art of Making Quality Certain. Mentor. <https://pdfcoffee.com/quality-is-free-philip-b-crosby-pdf-free.html>

International Organization for Standardization (2015). ISO 9001 Sistema de gestión de calidad - Requisitos. <https://www.guadalupanolasalle.edu.co/sgc/ISO9001-2015-Requisitos.pdf>

Daniela Gutiérrez Aguirre.		
Sebastian Jojoa Añasco.		
Isabella Paz Delgado.		
Elaboró	Aprobó	Fecha de aprobación



UNIVERSIDAD SANTIAGO DE CALI FACULTAD DE INGENIERÍA GUÍA DE LABORATORIO 2024/01

Programa:	Ingeniería Industrial.
Curso:	Laboratorio de procesos industriales.
Docente:	
Título de Práctica:	Módulo a Escala de una Línea de producción.
Fecha:	

1. OBJETIVOS DE LA PRÁCTICA

1.1. OBJETIVO GENERAL

Desarrollar habilidades en el diseño y control de procesos industriales automatizados mediante la programación del ROBO TX Controller, integrando sistemas de control y elementos claves de automatización y robótica en un entorno controlado de la simulación de una línea de producción.

1.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Conocer los sistemas de control y los elementos involucrados en procesos de automatización y robótica.
- Desarrollar habilidades en el uso del software ROBOPro para la programación.
- Controlar y diseñar procesos industriales automatizados usando ROBO TX Controller.

2. RESULTADOS DE APRENDIZAJE ALIMENTADOS EN ESTA PRÁCTICA

2.1. RESULTADOS DE APRENDIZAJE GENERALES

RA24.Relaciona antecedentes investigativos, perspectivas teóricas y metodológicas relevantes a los problemas de investigación

RA25.Identifica problemas disciplinares para el desarrollo de procesos de innovación e investigación.

RA38. Ejerce liderazgo para promover proyectos que generen cambios en sus contextos inmediatos.

RA39. Diseña propuestas creativas y éticas con el interés de conjugar las necesidades colectivas, desde el campo profesional.

2.2. RESULTADOS DE APRENDIZAJE DE PROGRAMA

Los estudiantes serán capaces de identificar y comprender los distintos componentes y sistemas de control involucrados en la automatización industrial. Además, desarrollaran competencias en la programación del ROBO TX Controller, lo que permitirá diseñar y controlar procesos industriales automatizados de manera efectiva. En un entorno simulado de producción, los estudiantes integrarán componentes de automatización y robótica.

3. MARCO TEÓRICO

La automatización industrial se refiere al uso de tecnologías para controlar procesos y maquinaria, minimizando la intervención humana y mejorando la eficiencia. Según Groover (2016), "la automatización industrial puede reducir costos operativos y mejorar la calidad del producto mediante el uso de sistemas de control y robótica".

Asimismo, la optimización de procesos se centra en la aplicación de mejoras tecnológicas y metodológicas para aumentar la eficiencia y reducir costos, empleando herramientas como el análisis de flujo y la mejora continua, que son fundamentales para implementar cambios beneficiosos en la línea de producción (Womack & Jones, 1996).

Por otro lado, la programación de controladores, especialmente a través de software como ROBO Pro, permite crear rutinas que controlan secuencias de operación. Esta herramienta gráfica facilita la visualización y diseño de procesos automatizados (Bishop, 2013).

La calibración de equipos es importante para asegurar su correcto funcionamiento, la calibración para Vargas (2006) es "conjunto de operaciones que establecen, bajo condiciones específicas, la relación entre los valores de las magnitudes que indica un instrumento o sistema de medición y los valores correspondientes determinados por medio de los patrones".

4. MATERIALES Y EQUIPOS

- Guía Laboratorio Procesos industriales.
- Kit Fishertechnik
- ROBO TX Controller
- Computador.
- Software de programación ROBO Pro.

5. METODOLOGÍA/DESARROLLO

Interactuando con el modelo a escala de línea de producción simulada Fischertechnik que consta de cuatro procesos principales, horneado, calidad, clasificación y almacenamiento, los estudiantes deberán realizar las siguientes actividades:

- Realizar el análisis, identificación, establecimiento del diagrama de flujo del proceso.
- Desarrollar la rutina en el software ROBO Pro de la Estación de multiprocesamiento con horno de cocción de 9V.
- Desarrollar la rutina en el software ROBO Pro de la Estación de calidad y banda transportadora de 9V.

Para desarrollar las actividades planteadas se debe tener en cuenta lo siguiente:

- La Estación de multiprocesamiento con horno de cocción de 9 voltios, inicia con el ingreso de la pieza manualmente posicionándola en el lugar correspondiente. Mediante la programación, el sensor fototransistor detecta su presencia debido a la obstrucción de luz de la lámpara generando una señal "0" e ingresa la pieza al horno por medio de un motor deteniéndose al

contacto del interruptor, las puertas del horno son cerradas mediante los motores y la pieza permanece un tiempo de 5 segundos simulando el procesamiento térmico, este tiempo puede ajustarse según el tipo de procesamiento deseado. Después, las puertas del horno se abren y saca la pieza del horno con el motor deteniéndolo el interruptor.

Ahora espera a que un brazo robótico se desplace hacia la posición de la ficha con el motor donde lo detiene el interruptor. Una vez posicionado, la ventosa de succión es descendida y se activa una válvula que permite el ingreso de aire desde un pequeño compresor hacia dos pistones que crean un efecto de vacío, lo que permite recoger la pieza, la ventosa asciende y el brazo procede a trasladarse a la siguiente estación de control de calidad. Una vez ahí la ventosa desciende y desactiva la válvula para dejar la pieza en el siguiente módulo. Una vez terminado el proceso, este deberá reiniciarse y quedar listo para procesar otra pieza.

- Una vez la pieza esté en el segundo módulo: Estación de calidad y banda transportadora de 9 voltios la pieza se posiciona en un mecanismo rotatorio, cuya programación inicia con la activación de un pulsador que activa un motor, orientando la pieza hacia la verificación de calidad, donde permanece 3 segundos en este proceso. Al finalizarlo, el mecanismo completa su trayectoria y expulsa la pieza hacia una banda transportadora mediante la activación de válvulas que efectúan el movimiento de un pistón, la banda transportadora es activada por un motor la cual facilita el traslado de la pieza a la siguiente estación, esta se detiene por medio de un fototransistor que es activado al paso de la pieza. El sistema se debe reiniciar para procesar otra pieza.

- Calibración del módulo de clasificación por reconocimiento de color: Para asegurar el correcto funcionamiento del módulo de clasificación por reconocimiento de color se deberán ajustar los parámetros establecidos en el programa para cada color. Para ello el estudiante deberá ingresar al archivo de ROBOPro llamado “Detección de color y Almacenamiento” el cual contiene el código del módulo. En la pestaña “Calibración de sensor de color” encontrará el subprograma que controla la decisión que clasifica las piezas de acuerdo con su color. Los bloques denominados “Limit Wh” y “Limit Rd & Bl” son aquellos donde se establece un valor como límite para que el programa realice correctamente la clasificación.

Mediante la pestaña “Prueba - Salida **I3**” deberá verificar cual es valor que detecta el sensor de color para cada una de las piezas y así poder calibrar el módulo mediante el ajuste de los bloques “Limit Wh” y “Limit Rd & Bl” para asegurar su correcto funcionamiento.

Nota: Asegurarse de que el sensor esté correctamente conectado y que emita una luz roja.

6. PREGUNTAS

1. ¿Cuál es el diagrama de flujo del proceso logístico en la línea de producción simulada?
2. ¿Qué parámetros son relevantes al programar la Estación de multiprocesamiento y cómo afectan el resultado final?
3. ¿Qué rol juegan los sistemas neumáticos en la recogida y transporte de piezas entre estaciones?
4. ¿Cómo se programan y controlan los motores y válvulas en las estaciones de procesamiento y calidad?
5. ¿Cómo es el proceso de calibración de sensores de reconocimiento de color para la clasificación de productos?
6. ¿Qué mejoras tecnológicas podrían implementarse para aumentar la eficacia de la línea de producción simulada?

7. CRITERIOS DE EVALUACIÓN

Criterio	Porcentaje

8. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS (FORMATO IEEE)

<p>Bishop, R. (2013). Robot Programming: A Practical Guide to Behavior-Based Robotics.</p> <p>Groover, M. P. (2016). Automation, Production Systems, and Computer-Integrated Manufacturing.</p> <p>Vargas, J. J. (2006). La Importancia de calibrar. Informador Técnico, 70, 5–7. https://doi.org/10.23850/22565035.785</p> <p>Womack, J. P., & Jones, D. T. (1996). Lean Thinking: Banish Waste and Create Wealth in Your Corporation.</p>

Daniela Gutiérrez Aguirre. Sebastian Jojoa Añasco. Isabella Paz Delgado.		
Elaboró	Aprobó	Fecha de aprobación