

Diseño y producción de objetos de aprendizaje basado en talleres para el desarrollo de las competencias definidas en la asignatura Diseño de Sistemas Productivos

María Fernanda Fonseca Parra

Trabajo de Grado para Optar el título de Ingeniería Industrial

Director

Edwin Alberto Garavito Hernández

Magister en Ingeniería Industrial

Codirector

Laura Yeraldín Escobar Rodríguez

Magister en Ingeniería Industrial

Universidad Industrial de Santander

Facultad de Físico-mecánicas

Escuela de Estudios Industriales y Empresariales

Ingeniería Industrial

Bucaramanga

2024

Dedicatoria

Principalmente a mis padres y hermano, por todo el amor y apoyo incondicional que me brindaron, ya que, gracias a ellos soy la persona que soy actualmente.

A mis amigos y demás miembros de mi familia por siempre creer en mí y darme aliento para no desfallecer en este proceso de formación como profesional.

Agradecimientos

A los docentes Laura Escobar y Edwin Garavito, por su constante guía, valiosos consejos y observaciones, y por su incondicional apoyo durante el desarrollo de este proyecto.

A los estudiantes que participaron activamente, cuya colaboración fue fundamental para la exitosa culminación de este trabajo.

Por último, a la Universidad Industrial de Santander, en particular a la Escuela de Estudios Industriales y Empresariales, por los conocimientos y experiencias que han enriquecido mi formación como profesional.

Tabla de Contenido

| | Pág. |
|---|------|
| INTRODUCCIÓN | 13 |
| 1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA | 15 |
| 2. DIAGNÓSTICO INICIAL | 17 |
| 2.1 Resultados primera pregunta..... | 22 |
| 2.2 Resultados preguntas de la dos a la nueve. | 24 |
| 2.3 Resultados pregunta diez..... | 26 |
| 3. OBJETIVOS..... | 28 |
| 3.1 Objetivo General | 28 |
| 3.2 Objetivos Específicos..... | 28 |
| 4. MARCO DE REFERENCIA..... | 29 |
| 4.1 Marco de antecedentes | 29 |
| 4.2 Marco teórico | 30 |
| 4.2.1 TIC aplicada en la educación superior | 30 |
| 4.2.2 Objetos de aprendizaje | 32 |
| 4.2.3 Taller | 33 |
| 4.2.4 Desarrollo de competencias | 34 |
| 4.2.5 Enseñanza..... | 36 |
| 4.2.6 Aprendizaje | 37 |
| 5. METODOLOGÍA | 39 |

| | |
|---|----|
| 5.1 Primera fase: Revisión de literatura. | 39 |
| 5.1.1 Procesos de enseñanza aprendizaje | 39 |
| 5.1.2 Seleccionar información relacionada con procesos de enseñanza-aprendizaje | 40 |
| 5.2 Segunda fase: Diagnostico de la asignatura Diseño de Sistemas Productivos..... | 40 |
| 5.2.1 Definición del temario de la asignatura | 40 |
| 5.2.2 Elaboración del instrumento de recolectar datos. | 40 |
| 5.2.3 Análisis de los resultados obtenidos | 41 |
| 5.3 Tercera fase: Diseño de los objetos de aprendizaje..... | 41 |
| 5.3.1 Identificación de los temas que necesitan mayor apoyo | 41 |
| 5.3.2 Selección de procesos de enseñanza-aprendizaje | 41 |
| 5.3.3 Diseño de objetos de aprendizaje basado en talleres | 41 |
| 5.4 Cuarta fase: Validación de los objetos de aprendizaje basados en talleres | 42 |
| 5.4.1 Validación mediante una prueba piloto..... | 42 |
| 5.4.2 Análisis de los resultados obtenidos en la prueba piloto..... | 42 |
| 5.4.3 Modificación los objetos de aprendizaje en base a los resultados | 42 |
| | |
| 6. REVISIÓN DE LITERATURA..... | 42 |
| 6.1 Identificar estrategias para la mediación de enseñanza aprendizaje en asignaturas de ingeniería industrial a partir de una revisión de literatura. | 42 |
| 6.1.1 Método expositivo/lección magistral. | 43 |
| 6.1.2 Resolución de ejercicios y problemas. | 43 |
| 6.1.3 Estudio de casos (EC). | 44 |
| 6.1.4 Aprendizaje basado en problemas (ABP). | 45 |
| 6.1.5 Aprendizaje orientado a proyectos (AOP). | 46 |

| | |
|--|-----------|
| 6.1.6 Gamificación..... | 46 |
| 6.1.7 Aula invertida..... | 48 |
| 6.1.8 Aprendizaje basado en retos (APR)..... | 48 |
| 6.1.9 Aprendizaje cooperativo..... | 49 |
| 6.1.10 Aprendizaje mediante experiencias..... | 49 |
| 6.1.11 Objetivos virtuales de aprendizaje (OVA)..... | 51 |
| 7. DISEÑO DE LOS OBJETOS DE APRENDIZAJE..... | 51 |
| 8.1 Estrategia de enseñanza y metodología propuesta..... | 51 |
| 7.1 Propuesta de diseño de casos de estudio..... | 53 |
| 7.1.1 Documento guía del caso..... | 53 |
| 7.2 Contextualización casos de estudio..... | 70 |
| 8. VALIDACIÓN DE LOS OBJETOS DE APRENDIZAJE BASADO EN TALLERES..... | 71 |
| 9. HERRAMIENTAS TIC..... | 75 |
| 10. CONCLUSIONES..... | 83 |
| 11. RECOMENDACIONES..... | 84 |
| REFERENCIAS..... | 85 |

Lista de Tablas

| | |
|---|----|
| Tabla 1 <i>Cumplimiento de Objetivos.</i> | 14 |
| Tabla 2 <i>Preguntas test VARK.</i> | 25 |
| Tabla 3 <i>Equipos disponibles en planta.</i> | 55 |
| Tabla 4 <i>Demanda proyectada para la planta de producción.</i> | 55 |
| Tabla 5 <i>Costo unitario de transporte por unidad de producto.</i> | 57 |
| Tabla 6 <i>Rangos de intensidad.</i> | 58 |
| Tabla 7 <i>Máquinas en 2D.</i> | 63 |
| Tabla 8 <i>Listado de máquinas en 3D.</i> | 65 |

Lista de Figuras

| | | |
|-----------|--|----|
| Figura 1 | <i>Comparación de estudiantes matriculados y estudiantes que cancelan</i> | 17 |
| Figura 2 | <i>Nivel de dificultad de los temas</i> | 23 |
| Figura 3 | <i>Oportunidad de mejora</i> | 24 |
| Figura 4 | <i>Resultados test VARK</i> | 26 |
| Figura 5 | <i>Nivel de satisfacción de los estudiantes</i> | 27 |
| Figura 6 | <i>Características de los entornos simbólicos basados en las TIC</i> | 32 |
| Figura 7 | <i>Fases del proyecto</i> | 39 |
| Figura 8 | <i>Diagrama de operaciones de las referencias resultantes del análisis P-Q</i> | 54 |
| Figura 9 | <i>Matriz Origen-destino</i> | 56 |
| Figura 10 | <i>Relación de actividad de costos por unidad de distancia</i> | 57 |
| Figura 11 | <i>Matriz de relación de actividad</i> | 59 |
| Figura 12 | <i>Niveles de proximidad</i> | 59 |
| Figura 13 | <i>Tiempos de operación</i> | 60 |
| Figura 14 | <i>Requerimientos de recursos</i> | 61 |
| Figura 15 | <i>Plano inicial en MsVisio</i> | 62 |
| Figura 16 | <i>Estimación de espacio</i> | 67 |
| Figura 17 | <i>Evaluación de costos</i> | 69 |
| Figura 18 | <i>Comparación de costos</i> | 70 |
| Figura 19 | <i>Formulario presentado en Moodle</i> | 72 |
| Figura 20 | <i>Resultados obtenidos del formulario presentado en Moodle</i> | 74 |
| Figura 21 | <i>Instructivo manejo MsVisio</i> | 76 |
| Figura 22 | <i>Taller aprendizaje MsVisio</i> | 77 |

| | |
|--|----|
| Figura 23 <i>Instructivo software SketchUp.</i> | 78 |
| Figura 24 <i>Parte inicial para el desarrollo de los casos de estudio.</i> | 79 |
| Figura 25 <i>Presentación Etapa A en Moodle.</i> | 80 |
| Figura 26 <i>Presentación Etapa B en Moodle.</i> | 80 |
| Figura 27 <i>Presentación Etapa C en Moodle.</i> | 81 |
| Figura 28 <i>Presentación Etapa D en Moodle.</i> | 82 |

Lista de Apéndices

Apéndice A. Encuesta diagnóstica.

Apéndice B. Caso de estudio de planta productora de queso.

Apéndice C. Caso de estudio de fábrica productora de calzado.

Apéndice D. Caso de estudio fábrica productora de muebles de madera.

Apéndice E. Caso de estudio fábrica textil.

Apéndice F. Formulario de validación de casos de estudio.

Resumen

Título: Diseño y producción de objetos de aprendizaje basado en talleres para el desarrollo de las competencias definidas en la asignatura Diseño de Sistemas Productivos*

Autor: María Fernanda Fonseca Parra**

Palabras Clave: Diseño de Sistemas Productivos, SLP, Objetos de aprendizaje, TIC

Descripción: El objetivo de este trabajo es fortalecer las competencias y habilidades de los estudiantes de Diseño de Sistemas Productivos de la Escuela de Estudios Industriales y empresariales de la Universidad Industrial de Santander. Para lograrlo, se llevó a cabo un diagnóstico inicial sobre la percepción de los estudiantes acerca de la asignatura; evaluando su comprensión de los temas tratados y el material proporcionado durante el curso. Posteriormente, se procedió al diseño y desarrollo de objetos de aprendizaje basados en talleres, los cuales constan de cuatro casos de estudio enfocados en la distribución de sistemas productivos (SLP). Cada caso de estudio incluye una guía detallada para el estudiante, con el contexto del caso, los datos necesarios para cumplir con los objetivos y las instrucciones para desarrollar en cada punto; además, se proporcionó un plano inicial en 2D de planta o fábrica en que se trabajará en formato MsVisio, junto con una de objetos y modelos 3D de las máquinas utilizadas en cada proceso productivo, creados en SketchUP. Una vez finalizada la fase de diseño de los objetos de aprendizaje, se implementaron en clase, con el fin de evaluar y analizar su efectividad. Esto también permitió identificar posibles ajustes necesarios en los casos de estudio para obtener resultados más satisfactorios.

* Trabajo de Grado

** Facultad de ingenierías Físico-mecánicas. Escuela de Estudios Industriales y Empresariales. Director: M.Sc. Edwin Alberto Garavito Hernández. Codirector: M.Sc. Laura Yeraldín Escobar Rodríguez

Abstract

Title: Design and Production of workshop-based learning objects for the development of competencies defined in the subject of Design of Production Systems*

Author: María Fernanda Fonseca Parra**

Key Words: Design of Productive Systems, SLP, Learning Objects, ITC

Description: The objective of this work is to strengthen the skills and competencies of the students in the Design of Production Systems course at the school of Industrial and Business Studies of the Industrial University of Santander. To achieve this, an initial diagnosis was conducted covering the material provided during the course. Subsequently, the design and development of learning objects based on workshops were carried out, consisting of four case studies focused on the distribution of providing the context of the case, the data necessary to meet the objectives, and instructions for development at each point. Additionally, an initial 2D floor plan or factory layout in MsVisio format was provided, along with a gallery of objects and 3D models of the machines used in each production process, created in SketchUp. Once the design phases of the learning objects was completed, they were implemented in class to evaluate and analyze their effectiveness. This also allowed the identification of possible adjustments needed in the case studies to achieve more satisfactory results.

*Bachelor Thesis

** Faculty of Physic-Mechanical Engineering. Industrial and Business School. Director: MSc. Edwin Alberto Garavito Hernández. Codirector: MSc Laura Yeraldín Escobar Rodriguez

Introducción

Entre el docente y estudiante se refleja una relación de enseñanza-aprendizaje, que no se limita únicamente E_l aula, sino que incluye el uso de recursos tecnológicos, la participación en actividades extracurriculares, la interacción con compañeros y la aplicación de los conocimientos en situaciones reales, por ello es indispensable incluir las Tecnologías de la Información y Comunicación (TIC).

Las herramientas y tecnologías ofrecidas por las TIC permiten optimizar la eficiencia, mejorar la toma de decisiones y potenciar la productividad en las distintas áreas.

Aprovechando las funcionalidades de las TIC, surgen entornos telemáticos que ofrecen nuevas posibilidades para la enseñanza y el aprendizaje, libres de las restricciones que imponen el tiempo y el espacio en la enseñanza aprendizaje y capaces de asegurar una continua comunicación entre los actores (Morffe, 2010, p. 202).

Su incorporación en los programas de pregrado puede variar; sin embargo, en la mayoría de los programas se reconoce su importancia. Así, se ha considerado la necesidad de incorporar habilidades, capacidades y actitudes relacionados con el uso de la tecnología, junto con el uso crítico y seguro para el desarrollo de la acción docente (George Reyes & Avello Martínez, 2021, p.3).

La integración de las TIC en la educación superior tiene como propósito aportar en la preparación del estudiante para un mundo cada vez más digital y tecnológico, proporcionándoles las habilidades necesarias, sumado a la capacidad de adaptarse a nuevas herramientas y tecnologías, para desenvolverse en su campo de estudio y en su futuro profesional.

Tabla 1*Cumplimiento de Objetivos.*

| Objetivos. | Cumplimiento. |
|---|----------------------|
| Identificar estrategias para la mediación de enseñanza-aprendizaje en asignaturas de ingeniería industrial a partir de una revisión de literatura. | Capítulo 6 |
| Determinar el estado de satisfacción de los usuarios de la asignatura Diseño de Sistemas Productivos, con respecto a las ayudas pedagógicas de esta, a partir del desarrollo de un diagnóstico. | Capítulo 2 |
| Diseñar objetos de aprendizaje basados en talleres para el desarrollo de las competencias definida. | Capítulo 7 |
| Validar los objetos de aprendizaje basados en talleres mediante una prueba piloto con docentes y estudiantes de la asignatura. | Capítulo 8 |

1. Planteamiento del problema

Siendo Diseño de Sistemas Productivos parte del cierre del ciclo formativo contemplado en el plan de estudios 11°; al igual que en el plan 12 planteado en el proceso de reforma curricular que se adelanta actualmente, termina siendo una asignatura muy completa; brindando nuevos conocimientos y consolidando conocimientos que el estudiante ya adquirió anteriormente, proporcionando una experiencia teórico-práctica integral. Asimismo, es una parte fundamental en el perfil del ingeniero industrial, que el futuro egresado cuente con la capacidad de determinar la localización y arreglo o distribución de las instalaciones de los sistemas productivos. De igual forma, debe estar en capacidad de diseñar sistemas de manejo de materiales, incluyendo la selección de maquinaria y equipo correspondiente de acuerdo con las características del sistema.

Sumado a lo anterior se espera que el estudiante desarrolle las siguientes capacidades, junto con la habilidad de comunicarse efectivamente.

- Identificar, formular y resolver problemas de ingeniería complejos, mediante la aplicación de principios de aprendizaje ciencia y matemáticas.
- Aplicar el diseño de ingeniería para producir soluciones que satisfagan necesidades específicas considerando la salud pública, seguridad y bienestar, así como factores globales, culturales, sociales, ambientales y económicos.
- Reconocer responsabilidades éticas y profesionales en situaciones de ingeniería y emitir juicios informados que deben considerar el impacto de las soluciones de ingeniería en contextos globales, económico, ambientales y sociales.

- Desempeñarse efectivamente en un equipo cuyos miembros de manera conjunta proporcionan liderazgo, crean un entorno colaborativo e inclusivo, establecen metas, planifican tareas y cumplen objetivos.
- Desarrollar y llevar una experiencia adecuada, analizar e interpretar datos y usar juicios de ingeniería para sacar conclusiones.
- Adquirir y aplicar nuevos conocimientos según sea necesario, utilizando las estrategias de aprendizaje apropiadas.

Contemplando lo extenso de los resultados que se esperan obtener por parte de los estudiantes, para lograr que se desarrollen correctamente como ingeniero industrial, se evidencia la importancia de los temas impuestos en la asignatura Diseño de Sistemas Productivos, por tanto se hace necesario la constante mejora en dicha asignatura, para así lograr que el estudiante obtenga una experiencia completa durante el desarrollo del semestre; con este fin se realizó y analizó una encuesta a los estudiantes de ingeniería industrial de la Escuela de Estudios Industriales y Empresariales (EEIE), en la Universidad Industrial de Santander (UIS); donde se pudo identificar la necesidad de desarrollar objetos de aprendizaje basado en talleres, que faciliten el entendimiento de algunos temas vistos en la asignatura Diseño de Sistemas Productivos, donde se logró percibir cierto nivel de dificultad por parte de los estudiantes.

El tema que presento un mayor porcentaje de dificultad para ser comprendido por los estudiantes fue “Modelos matemáticos para distribución de plantas”; donde el 35% de los estudiantes indicaron que les resultaba difícil entender este tema y al 6% les resultaba muy difícil. Además, el 39% y 37% de los estudiantes indicaron que los temas “Diseño de línea de producción” y “Distribución sistemática de la planta (SLP)”, respectivamente, no les resulta ni difícil ni fácil, siendo posible percibir esto como una oportunidad de mejora, ya que, dichos porcentajes superaron

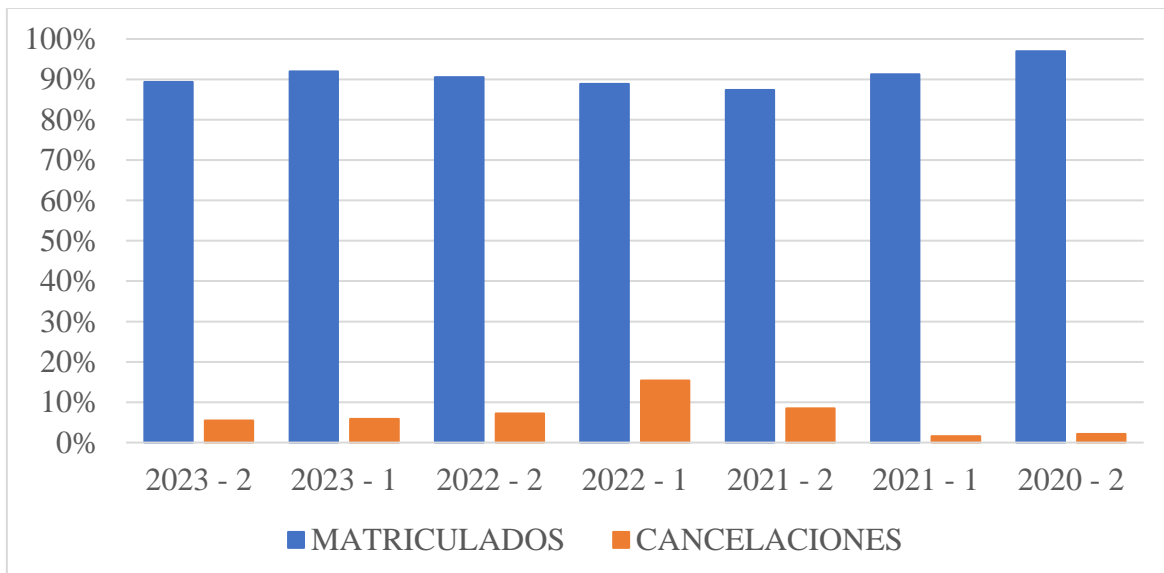
al porcentaje de estudiantes que les resultaba fácil y muy fácil comprender los temas mencionados anteriormente.

2. Diagnóstico inicial

Primero es pertinente exponer como a lo largo de los últimos periodos académicos, es decir, del 2020-2 hasta el 2023-2, se ha evidenciado una disminución del uso de la capacidad total ofrecida en cada periodo por el contrario se va visto un aumento en la cantidad de estudiantes que cancelan la asignatura; se destaca como puntos anormales los periodos 2021-2 y 2022-1 siendo estos en los que se estaba presentando un cambio significativo en la educación superior, pasando de presencialidad remota a presencialidad total en las instalaciones de la universidad. Esta información se podrá observar en la Figura 1.

Figura 1

Comparación de estudiantes matriculados y estudiantes que cancelan.



El desarrollo de la asignatura se compone de clases magistrales con componentes procedimentales, aula invertida en el caso de algunos talleres, y trabajo independiente para el componente práctico, particularmente del tema relacionado con diseño y distribución de planta.

Diseño de sistemas productivos lleva en los últimos 5 semestres aplicando actividades estándares como parte de la evaluación de aprendizaje y refuerzo de los componentes conceptuales tratados en clase, las actividades pueden ser sincrónicas o asincrónicas y algunas están diseñadas para ser grupales y otras para ser individuales. A continuación, se presenta un listado de las actividades planteadas en la asignatura:

- Prueba diagnóstica: Consiste en una prueba en línea que tiene como propósito evaluar las competencias previas, definidas como requisito con el que ingresa el estudiante a la asignatura. Con esta prueba se pretende identificar, las partes en que el estudiante necesita un refuerzo o repaso, así facilitando la comprensión de los temas establecidos en la asignatura.
- Taller - lúdica, “Ubícate en una dimensión”. Localización unidimensional de un solo elemento: Es una actividad lúdico-práctica con el objetivo de establecer criterios y variables del análisis necesario para la formulación y solución de problemas de localización unidimensional de instalaciones a partir de la representación del problema desde la perspectiva de las leyes básicas de la física. Esta actividad se lleva a cabo bajo la metodología de aula invertida mediante con la cual se quiere simular escenarios de localización unidimensional. Consiste en el escenario donde un cliente decide convocar a un grupo de ingenieros consultores para que lo asesoren respecto a la ubicación de una planta de recepción y depósito de desechos y de un centro de distribución; los ingenieros consultores usando el modelo físico (modelo de equilibrio estático) correspondiente a

la situación, deben aplicar el modelo físico y su correspondiente representación matemática para posteriormente compararlos, calcular los costos de transporte y concluir respecto a lo evidenciado. Para finalmente asesorar al cliente en la ubicación de la planta y el centro de distribución.

- Taller Curvas de Isocostos: Con una estrategia de trabajo en equipo, fuera del aula, se orienta al desarrollo de un caso de estudio, donde una empresa quiere reubicar su planta, para ello se le entrega al estudiante las coordenadas de los proveedores y clientes, junto con sus respectivos despachos y costos unitarios. El estudiante deberá hacer uso de esta información para generar la curva de isocostos, donde se podría ubicar la planta.
- Taller Localización múltiple discreta con restricción de capacidad – PLEM: Es un taller de formulación matemática, donde se requiere definir la ubicación de 3 centros de distribución que despacharán a los clientes ubicados en 8 municipios de Santander. De acuerdo con los datos históricos se ha establecido estadísticamente un valor de demanda y se cuenta con 5 lugares donde es posible instalar los CEDIS. A los estudiantes se les entrega los costos de transporte unitarios entre cada alternativa de localización y los clientes. Con toda la información suministrada el estudiante debe definir la mejor ubicación para los 3 centros de distribución, planteando y resolviendo un problema de programación lineal entera mixta.
- Taller localización multicriterio: Es una actividad grupal, orientada a competencias en investigación y revisión de literatura, donde los estudiantes deben hacer uso de los recursos de la biblioteca virtual (bases de datos) y seleccionar un artículo haciendo uso de la ecuación de búsqueda en la que incluyen términos como localización multicriterio o multi-criterio. Decisión Multicriterio MCDM, especialmente la Toma de Decisiones

Multicriterio TDM. La entrega corresponde a un documento tipo artículo de revisión o una presentación en clase.

- Taller análisis de secuencias / matriz origen destino: Taller en clase con el que se pretende evaluar el nivel de competencias del estudiante en cuanto a la comprensión y capacidad de análisis de los diagramas de flujo de procesos o de operaciones, y el análisis de secuencia requerido para la definición de relaciones entre los recursos involucrados. Consta de un conjunto de diagramas de operaciones, donde se debe extraer información para desarrollar la matriz multi-producto y la matriz origen destino con los niveles de relación que corresponda cada operación, logrando visualizar el flujo de materiales dentro del sistema. Posteriormente con la información obtenida, realizar el análisis de secuencia comprendiendo la secuencia de operación en un proceso productivo.
- Análisis de flujo y costos de transporte en Diseño de Planta (Etapa A): Consiste en desarrollar el análisis de relaciones de actividad, a partir del análisis de flujos considerando las demandas proyectadas para cada uno de los productos relacionados, y los recorridos generados a partir de las secuencias de operaciones y el cálculo de las distancias recorridas por cada unidad de producto y en total considerando la demanda de cada producto
- Análisis de transferencia, relaciones de actividad y análisis de capacidad. (Etapa B): Se deben analizar los tipos de relaciones que existen entre los talleres basándose en las relaciones de actividad de volúmenes transferidos, respetando los niveles de proximidad y plasmarlo en un diagrama de relaciones de actividades. De igual manera estudiar la

capacidad de los centros de trabajo teniendo en cuenta la disponibilidad en cada uno de ellos.

- Definición de requerimientos de espacios (Guerchet y calculo detallado) por recurso y disposición de conjunto o talleres. (Etapa C): Se deben determinar los requerimientos de espacio para implementar el diseño y la distribución del uso de área de maquinaria en la planta, teniendo en cuenta las áreas necesarias por cada una de las máquinas y su disposición en conjunto, con el propósito de obtener la mejor utilización del espacio disponible, para minimizar tiempos de traslado y maximizar a eficiencia en los procesos productivos.
- Análisis de relación de espacios, evaluación de costos, disposición detallada en el plano y comparación de costos de transporte (Etapa D): Se diseña una distribución de planta óptima y eficiente, basada en el análisis de lo diagramas de bloques obtenidos en la Etapa C y considerando las calificaciones de distancias y costos generados en las propuestas evaluadas. La meta principal es lograr el mínimo costo posible asociado al transporte de material en la distribución propuesta. Además, se busca garantizar la seguridad e integridad física de las personas en la planta, minimizando interferencias y riesgos de accidentes, y asegurando un adecuado flujo de movimiento y transito dentro del espacio de trabajo. La distribución de planta final deberá tener en cuenta las limitaciones prácticas del espacio predeterminado, así como los elementos compartidos y puntos de referencia locales que puedan influir en la disposición de las máquinas y equipos.

Con el propósito de evaluar la percepción de los estudiantes sobre el desarrollo y ayudas pedagógicas de la asignatura Diseño de Sistemas Productivos, se diseñó una encuesta centrada en

la experiencia de los estudiantes en la asignatura, la cual fue diligenciada por quienes ya han visto la asignatura y con los datos recopilados se obtendrá un diagnóstico preciso; el cuál se utilizará para proponer soluciones que mejoren la comprensión de los temas tratados en la asignatura.

La encuesta está compuesta por diez preguntas, donde la primera pregunta era de única respuesta en escala Likert de cinco intervalos, teniendo como propósito medir el nivel de dificultad que tienen los estudiantes para comprender los temas vistos en la asignatura calificando cada tema con valores de 1 (uno) al 5 (cinco), donde 1 (uno) representa “muy fácil” y 5 (cinco) representa “muy difícil”

Para las preguntas dos a la nueve, se utilizó un test de tipo VARK con el fin de identificar los estilos de aprendizaje más adecuados para los estudiantes en relación con cada tema. Esto permite seleccionar con mayor precisión la estrategia más efectiva de abordar los temas tratados en la asignatura.

La pregunta diez tiene como propósito medir el nivel de acuerdo o desacuerdo percibido por los estudiantes con respecto al material proporcionado en la asignatura. También busca evaluar el grado de claridad que tienen los estudiantes respecto a los objetivos y problemáticas a tratar durante el desarrollo de la asignatura. Las preguntas y estructura de la encuesta diagnóstico se podrán observar en el Apéndice A.

2.1 Resultados primera pregunta.

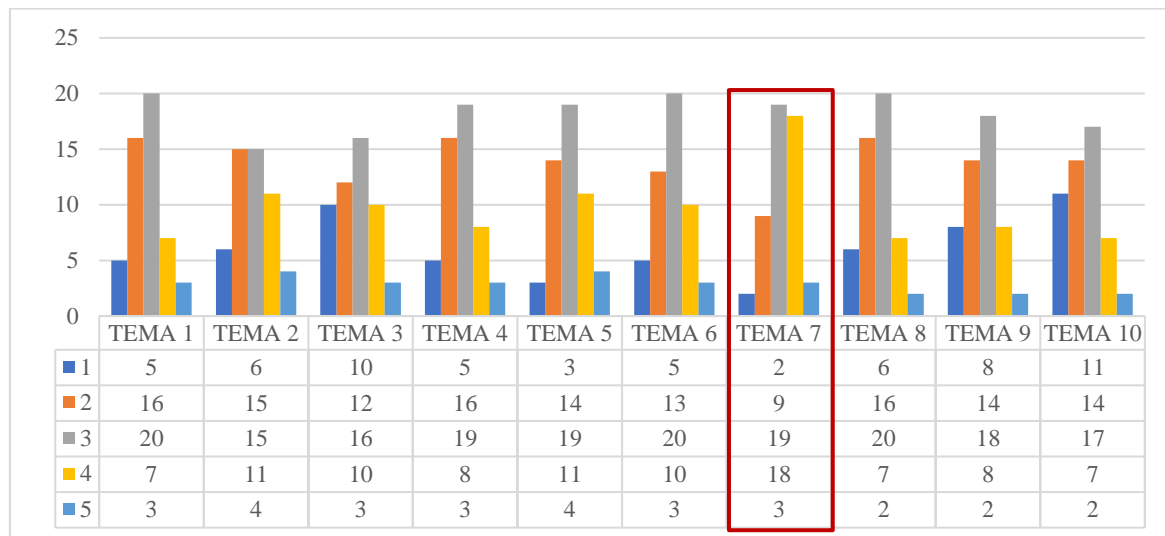
A continuación, se podrán observar las respuestas obtenidas por parte de los estudiantes, en cuanto a la dificultad que perciben de cada uno de los temas vistos en las asignaturas.

Al analizar los datos recopilados de los diez temas evaluados en la encuesta, se observa que nueve de ellos son percibidos con bajo nivel de dificultad por parte de los estudiantes. Sin embargo,

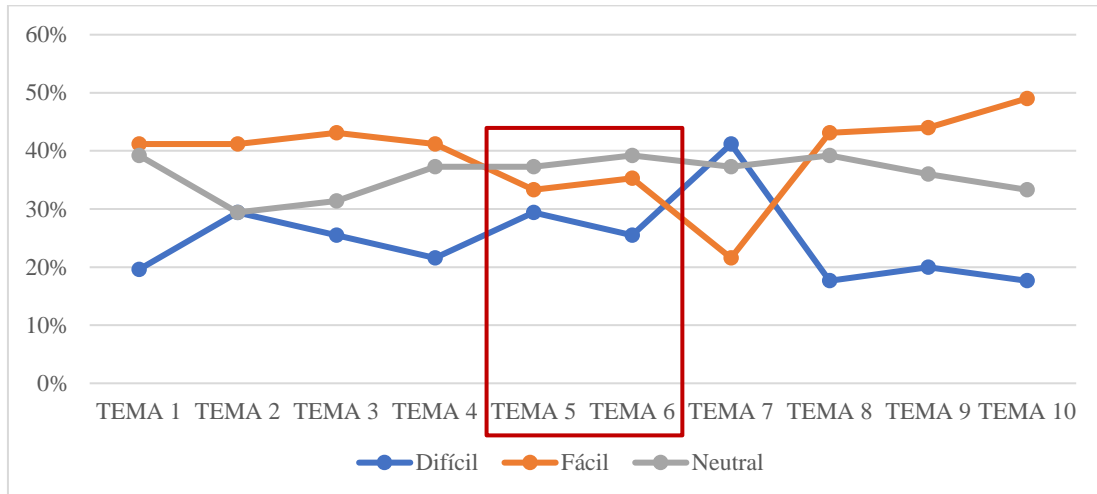
el tema “Modelos matemáticos para distribución de plantas” resalta por su alto nivel de dificultad como se puede observar en la Figura 2.

Figura 2

Nivel de dificultad de los temas.



Las respuestas que se encuentran en el nivel de dificultad neutral se han identificado como oportunidades de mejora, especialmente en aquellos temas donde el nivel de dificultad neutral es más alto que las respuestas que indicaban un bajo nivel de dificultad (Figura 3; **Error! No se encuentra el origen de la referencia.**). En este contexto, se destacan los temas “Distribución sistemática de la planta (SLP)” y “Diseño de líneas de producción” como áreas de enfoque para mejorar la comprensión y percepción de los estudiantes.

Figura 3*Oportunidad de mejora.*

Como se puede observar en la Figura 3, El nivel de dificultad neutral predomina en algunos temas, indicando que para los estudiantes estos temas no son ni muy difíciles, ni muy fáciles. Por tanto, al obtener un resultado del 37% para el tema 5 y 39% para el tema 6, en comparación con el 33% y 35% respectivamente de aquellos estudiantes que perciben dichos temas como fáciles, se identifican la “Distribución sistemática de planta (TEMA 5)” y el “Diseño de líneas de producción (TEMA 6)” como temas a abordar para mejorar la experiencia de los estudiantes durante el desarrollo de la clase.

2.2 Resultados preguntas de la dos a la nueve.

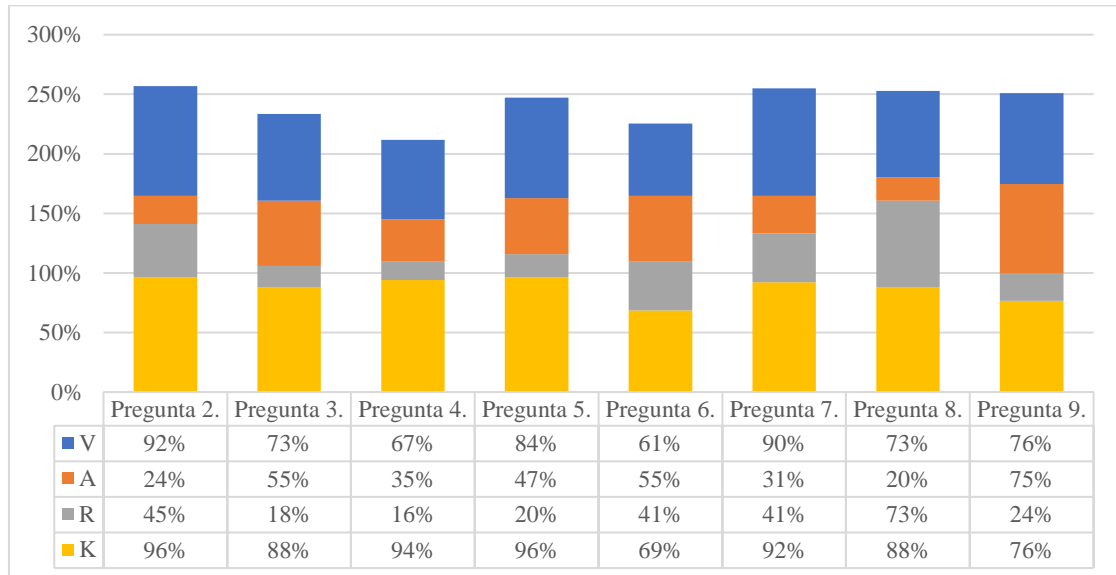
El test VARK se utilizó para analizar cuál es el o los estilos de aprendizaje que mejor se adapta a ellos dependiendo de los temas de la asignatura que estén viendo, esto se hace con el fin de elegir correctamente la o las estrategias para tratar la problemática. Antes de analizar los resultados del test, es importante aclarar a qué se refiere cada pregunta. Para esto, se presenta la Tabla 2. Tabla 2

Preguntas test VARK.

Tabla 2*Preguntas test VARK.*

| | |
|--------------------|--|
| Pregunta 2. | Para comprender el contexto en el que se desenvuelve el diseño de sistemas productivos es apto el uso de: |
| Pregunta 3. | Cuando quiero aprender de los factores económicos, sociales y ambientales presentes en la planeación del diseño y distribución de planta y localización de instalaciones prefiero: |
| Pregunta 4. | Para comprender y emplear correctamente las herramientas y técnicas utilizadas en el análisis de la localización de instalaciones industriales y de servicios prefiero: |
| Pregunta 5. | ¿Cómo entiendo mejor los criterios y factores considerados en el enfoque de proyecto o modelos cualitativos para localización de instalaciones? |
| Pregunta 6. | Cuando abarco los criterios necesarios para el diseño de un proceso y la distribución de instalaciones, utilizo: |
| Pregunta 7. | Al estudiar los métodos y procedimientos en el proceso de distribución sistemática de la planta (SLP), me resulta más efectivo por medio de: |
| Pregunta 8. | A la hora de entender el funcionamiento y objetivo de los modelos matemáticos en la distribución de planta, prefiero: |
| Pregunta 9. | ¿Cómo llego a dominar las herramientas computaciones empleadas para la simulación y diseño? |

La Figura 4 muestra la información extraída del test VARK.

Figura 4*Resultados test VARK.*

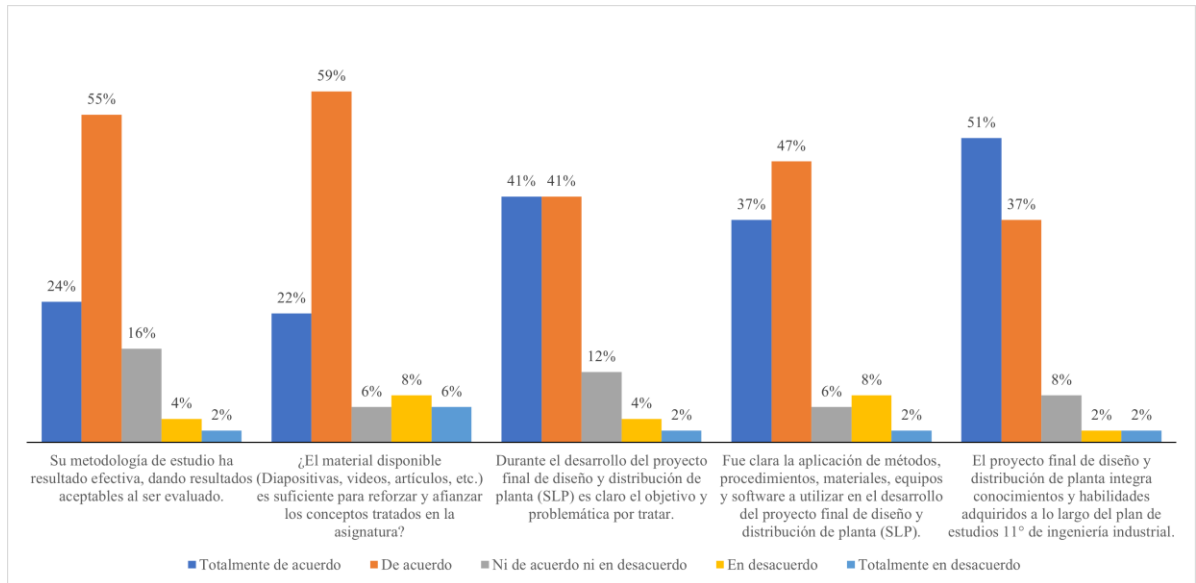
En las preguntas del test, se evidencia que los estudiantes tienen una clara preferencia por los estilos de aprendizaje visual y kinestésico, con porcentajes de respuesta que van del 61% al 96%. Además, se observa que en las preguntas tres (3), seis (6) y nueve (9), también muestran una inclinación hacia el estilo auditivo con un porcentaje del 55%, 55% y 75%, respectivamente, mientras que en la pregunta ocho (8), los estudiantes mostraron una preferencia por el estilo de aprendizaje de lectura/escritura con un 73%. Estos datos se pueden apreciar con mayor claridad en la Figura 4.

2.3 Resultados pregunta diez.

Analizando los datos obtenidos se puede concluir que los estudiantes se encuentran satisfechos con el material ya proporcionado, además encuentran muy efectivo la metodología de estudio que emplean a la hora de estudiar los temas impuestos en la asignatura.

Figura 5

Nivel de satisfacción de los estudiantes.



Además, los estudiantes tienen una comprensión clara de los objetivos y problemáticas abordadas en el proyecto final de diseño y distribución de planta (SLP), teniendo un total del 82% de estudiantes expresaron estar de acuerdo y totalmente de acuerdo, al respecto. Así mismo, un 47% y 37% se mostraron de acuerdo y totalmente de acuerdo, respectivamente, en cuanto a la aplicación de métodos, procedimientos, materiales, equipos y software a utilizar en el desarrollo del proyecto final de diseño y distribución de planta (SLP). Estos datos detallados se presentan de manera más clara en la Figura 5.

Con base en los resultados de la encuesta, se puede concluir que los estudiantes están satisfechos con la estructurada general de la asignatura. Sin embargo, también se evidencia que aun enfrentan dificultades con algunos temas específicos. Por lo tanto, es necesario diseñar una propuesta que contribuya a mejorar la comprensión de los estudiantes, lo que a su vez se traducirá en un mejor desempeño en la asignatura.

3. Objetivos

3.1 Objetivo General

Desarrollar objetos de aprendizaje basados en talleres para el desarrollo de las competencias en la asignatura diseño de sistemas productivos, apoyado en el uso de tecnologías de información.

3.2 Objetivos Específicos

- Identificar estrategias para la mediación de enseñanza aprendizaje en asignaturas de ingeniería industrial a partir de una revisión de literatura.
- Determinar el estado de satisfacción de los usuarios de la asignatura diseño de sistemas productivos, con respecto a las ayudas pedagógicas de esta, a partir del desarrollo de un diagnóstico.
- Diseñar objetos de aprendizaje basados en talleres para el desarrollo de las competencias definidas en la asignatura diseño de sistemas productivos, soportado en el uso de las TIC'S.
- Validar los objetos de aprendizaje basados en talleres mediante una prueba piloto con docentes y estudiantes de la asignatura.

4. Marco de referencia

4.1 Marco de antecedentes

La Escuela de Estudios Industriales y Empresariales (EEIE), ofrece a los estudiantes varias modalidades para trabajo de grado entre ellas se encuentra “practica en docencia”, donde se busca mejorar el proceso de aprendizaje en una asignatura consolidada en el plan de estudios de ingeniería industrial. Actualmente se encuentra en la página web oficial de la Escuela de Estudios Industriales y empresariales, 32 proyectos culminados bajo la modalidad de practica en docencia.

Puntualmente se destaca el proyecto “Diseño y desarrollo de objetos de aprendizaje basado en la formación Lego Mindstorms par la asignatura Diseño de Sistemas Productivos”, buscando fortalecer las competencias de los estudiantes de esta asignatura, sobre nuevas tendencias que pueden incidir en la planeación y diseño de un sistema productivo; diseñando y desarrollando 4 objetos de aprendizaje apoyados en la metodología de aprendizaje basado en proyectos, la metodología basada en problemas y la plataforma Lego Mindstorm (Puerto Ortega, 2018).

Un trabajo centrado en el aprendizaje-enseñanza mediante el uso de las TIC es el de “Aplicación de las TIC en la enseñanza del electromagnetismo para carreras de ingeniería”, donde presenta seis temas en forma de materiales multimedia del contenido del curso de electromagnetismo. El material incluye ilustraciones, animaciones, cuadros resúmenes, ejercicios y aplicaciones que motivan a los estudiantes y permiten el estudio independiente y el uso del docente para el desarrollo de actividades. se usan en su elaboración modelos y simulaciones, posibilitan interacción entre estudiante y computadora. Constituyen una vía para contribuir con el uso de las TIC en la enseñanza de la física en carreras de Ingeniería, tanto en el estudio independiente, así como para herramienta del profesor en actividades presenciales (Serrano Guerrero, 2020).

Otro proyecto es el “Uso de las herramientas informáticas educativas para la enseñanza de la resistencia de materiales”, siendo un proyecto piloto que tiene como propósito iniciar con la creación de bases que permitan la inclusión de las TIC en los programas de las asignaturas correspondientes a ingeniería industrial para evaluar ventajas y/o desventajas de uso, especialmente de herramientas tecnológicas y/o educativas existentes en internet como propuesta pedagógica de apoyo para el proceso de enseñanza-aprendizaje de la asignatura mecánica aplicada de la carrera de ingeniería industrial en la Universidad Distrital Francisco José de Caldas (Tristancho Ortiz et al., 2017).

Por último, la “Actualización de métodos de enseñanza-aprendizaje en asignaturas de dirección de proyectos de ingeniería”, empleado una metodología de Aprendizaje Basado en Proyectos junto con el uso de nuevas tecnologías de la información y la comunicación (TIC) permitiendo actualizar el aprendizaje de los alumnos. Este proyecto tiene como propósito final, que los estudiantes de ingeniería sean capaces de plantear, realizar y dirigir proyectos, mediante la aplicación de los conocimientos científicos y técnicos necesarios (Mesa et al., 2008).

4.2 Marco teórico

4.2.1 TIC aplicada en la educación superior

Las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC) son un componente clave en la educación superior moderna. La creciente dependencia de la automatización, la digitalización y la conectividad ha llevado a una mayor utilización de las TIC, mejorando la eficiencia, la calidad y la productividad. Por ello las instituciones educativas utilizan diversas herramientas y recursos tecnológicos para promover la interacción, la participación y el aprendizaje colaborativo.

Una perspectiva similar es la que exponen Bermúdez Rodríguez & Fueyo Gutiérrez (2018) al afirmar:

Las universidades deben desempeñar un papel fundamental, consiguiendo la excelencia en todas sus funciones para optimizar los procesos que sustentan la sociedad del conocimiento (...) La rápida evolución en el sector de las TIC provoca continuos avances para la tecnología educativa, superando la mera disposición de materiales en línea y donde las plataformas virtuales comienzan a recoger una serie de herramientas esenciales para la comunicación educativa y el trabajo colaborativo (p. 206).

4.2.1.1 La potencialidad de las TIC para el aprendizaje y la enseñanza. Las TIC tienen el potencial de sacar provecho a los sistemas simbólicos y, al mismo tiempo, compensar sus limitaciones y restricciones, y ampliar así hasta límites insospechados la capacidad humana para (re)presentar, procesar, transmitir y compartir la información ampliando la capacidad para representar, procesar, transmitir y compartir la información (Coll, 2014, p. 108).

Así, los entornos simbólicos presentan 6 características presentes en Figura 6, donde cinco son fundamentales al acceso a la información, a la manera de representarla y a la posibilidad de interactuar con ella. La sexta y última se refiere a los entornos basados en las tecnologías digitales para establecer redes de información y comunicación con múltiples puntos de acceso (Coll, 2014, p. 109).

Figura 6

Características de los entornos simbólicos basados en las TIC.

| | |
|-----------------------|--|
| MULTIMEDIA | Permite la integración, la complementariedad y el tránsito entre diferentes sistemas y formatos de representación. |
| HIPERMEDIA | Comporta la posibilidad de instalar formas diversas y flexibles de organización de las informaciones, estableciendo relaciones múltiples y diversas entre ellas. |
| INTERACTIVIDAD | Permite una relación más activa y contingente con la información. |
| DINAMISMO | Ayuda a trabajar con simulaciones de situaciones reales y realidades virtuales. |
| FORMALISMO | Implica una previsión y una planificación deliberadas de las acciones. |
| CONECTIVIDAD | Permite la comunicación interpersonal y en grupo, y abre nuevas posibilidades al trabajo grupal y colaborativo. |

Nota. El grafico define brevemente las características de los entornos simbólicos. Tomado de Desarrollo, aprendizaje y enseñanza en la educación secundaria (p. 109), por Coll, 2014.

Si embargo, es indispensable la planificación pedagógica, la formación de los docentes y tener presente las limitaciones y desafíos que se pueden llegar a presentar.

4.2.2 Objetos de aprendizaje

Diferentes autores, entre los cuales están Santarosa, Coelho, Mendes, Souza y Caregnato (como se citó en Valdeni de Lima & Menegais, 2014, p. 19-20) apuntan cuatro características principales que deben presentar los objetos de aprendizaje:

- **Reusabilidad:** hace referencia a la proyección del objeto considerando la posibilidad de reutilizarlo en diferentes contextos.
- **Modularidad:** El contenido de un objeto de aprendizaje debe estar fragmentado en pequeños <<bloques>> para constituir unidades mayores.
- **Portabilidad:** el objeto de aprendizaje debe poder usarse en cualquier plataforma, independientemente del hardware, sistema operativo y navegador

- **Metadatos.** Representan una descripción de los objetos de aprendizaje y actúan como <<etiquetas>> identificadoras de un contenido que describen cómo, dónde y por quién ha sido desarrollados, a qué segmento están destinados, así como su tamaño, aplicación y otras informaciones relevantes. Así pues, los metadatos tienen como objetivo principal indexar los objetos para su fácil recuperación.

El potencial de los objetos de aprendizaje como Littlejohn & Buckingham Shum, (2003) lo describe:

(..) los recursos reutilizables ('objetos de aprendizaje', como se suelen denominar) pueden representar una nueva moneda de cambio en una economía del aprendizaje. Los objetos de aprendizaje, producidos por editoriales, docentes, personal de apoyo o los propios estudiantes, serían almacenados en repositorios digitales, donde podrían ser fácilmente recuperados, recombinados y reutilizados en cursos en línea. En un mundo ideal, tales recursos serían diseñados de tal manera que pudiera ser adaptados para ajustarse a diferentes modelos educativos, disciplinas y niveles de estudio (p. 1).

4.2.3 Taller

Dependiendo del contexto la definición de taller puede cambiar, siendo utilizado para definir un lugar donde se construyen o reparan cosas, como por ejemplo un taller mecánico, taller de carpintería etc. Ahora siguiendo el contexto en el que nos encontramos la definición más acertada es la encontrar en el área de la educación, donde se reúnen varias personas (siendo los mismos estudiantes, con la guía del docente), trabajando cooperativamente para producir ideas y materiales (Betancourt, 1996, p. 11).

Los talleres en el área educativa siempre se han considerado como una herramienta pedagógica importante, Gloria Mirebant Perozo (como se citó en Costa et al., 2010) define los talleres como:

Una reunión de trabajo donde se unen los participantes en pequeños grupos o equipos para hacer aprendizajes prácticos según los objetivos que se proponen y el tipo de asignatura que los organice. Puede desarrollarse en un local, pero también al aire libre (p. 177).

Como complemento de la definición de talleres en la educación se encuentra lo que Costa et al (2010) dice:

(...) Mediante la realización de los talleres, los docentes y los alumnos desarrollan en conjunto problemas específicos buscando también que, al aprender a ser, el aprender a aprender y el aprender a hacer se den de manera integrada, como corresponde a una auténtica educación o formación integral. Mediante la realización de los Talleres los alumnos en un proceso gradual o por aproximaciones, van alcanzando la realidad y descubriendo los problemas que en ella se encuentran a través de la acción-reflexión inmediata o acción diferida (p. 178).

4.2.4 Desarrollo de competencias

Para el desarrollo de competencias, es necesario complementar el desarrollo de habilidades con la adquisición de conocimientos, con el propósito de poder aplicar dichos conocimientos en la solución de problemas.

En general, la literatura define las competencias en términos de conocimientos, habilidades, destrezas y estrategias referidas, tanto a la posibilidad de evaluar un comportamiento predictivo, como a las características de la personalidad devenidas en conductas que generan un desempeño exitoso en un puesto de trabajo (Bicocca, 2018, p. 32).

En el ámbito de las definiciones Blanco Fernandez (2009) encuentra dos fuentes principales: la competencia definida desde el mundo del trabajo. Aquí se concibe como una capacidad que sólo se puede desplegar en una situación de trabajo. Este despliegue tiene sus reglas, procedimientos, instrumentos y consecuencias. La competencia definida desde el mundo de la educación. En las

escuelas y universidades el concepto parece responder a la misma idea básica, pero se acepta que su demostración se lleve a cabo en situaciones de evaluación educativa (p. 18).

Dentro del contexto académico el Proyecto Tunig que plantea una formación universitaria basada en competencias se pueden extraer estos dos tipos de competencias de Blanco Fernandez (2009):

4.2.4.1 Competencias generales: se relaciona con los comportamientos y actitudes laborales propios de diferentes ámbitos de producción, por ejemplo, la capacidad para el trabajo en equipo, habilidades para negociación, planificación, etc.

4.2.4.2 Competencias específicas: se relaciona con los aspectos técnicos directamente relacionados con la ocupación y no son fácilmente transferibles a otros contextos laborales (la operación de maquinaria especializada, la formulación de proyectos de infraestructura) (p. 20-21).

A causa de la relevancia en el ámbito universitario se cita la clasificación de competencias generales empleadas por Gonzalez Ferreras & Wagenaar (2003) en el Proyecto Tuning:

- Competencias instrumentales: competencias que tienen función instrumental. Entre ellas se incluyen: Primero, habilidades cognitivas, como la capacidad de comprender y manipular ideas y pensamientos. Segundo, capacidades metodológicas para manipular el ambiente: ser capaz de organizar el tiempo y las estrategias para el aprendizaje, tomar decisiones o resolver problemas. Tercero, destrezas tecnológicas relacionadas con el uso de maquinaria, destrezas de computación y gerencia de la información. Cuarto, destrezas lingüísticas tales como la comunicación oral y escrita o conocimiento de una segunda lengua (p. 81-82).
- Competencias interpersonales: capacidades individuales relativas a la capacidad de expresar los propios sentimientos, habilidades críticas y de autocrítica. Destrezas

sociales relacionadas con las habilidades interpersonales, la capacidad de trabajar en equipo o la expresión de compromiso social o ético. Estas competencias tienden a facilitar los procesos de interacción social y cooperación (p. 82).

- **Competencias sistémicas:** son las destrezas y habilidades que conciernen a los sistemas como totalidad. Suponen una combinación de la comprensión, la sensibilidad y el conocimiento que permiten al individuo ver cómo las partes de un todo se relacionan y se agrupan. Estas capacidades incluyen la habilidad de planificar los cambios de manera que puedan hacerse mejoras en los sistemas como un todo, y diseñar nuevos sistemas. Las competencias sistémicas o integradoras requieren la adquisición previa de competencias instrumentales e interpersonales (p. 82).

Para muchas instituciones supone importantes cambios en la planificación y diseño curricular adicional a la relación enseñanza y aprendizaje, innovando la práctica docente, adaptando las actividades dentro y fuera del aula, interactuando con los estudiantes para poder combinar los fines de conocimiento y habilidades. Además, las competencias facilitan el desarrollo de una verdadera educación integral, puesto que engloban todas las dimensiones del ser humano (saber, saber hacer y saber ser y estar). Como consecuencia, suponen un referente obligado para superar una enseñanza meramente academicista y orientar nuestra tarea hacia la formación de una ciudadanía crítica y unos profesionales competentes (Blanco Fernandez, 2009, p. 25).

4.2.5 Enseñanza

Estrada García & Pilco Morocho (2014) afirman que “la enseñanza auténtica consistirá en proyectar, orientar y dirigir experiencias concretas de trabajo reflexivo de los alumnos sobre los datos de la materia escolar o de la vida cultural de la humanidad” (p. 15).

La enseñanza, va dirigida a siempre facilitar la construcción de aprendizaje de todo tipo, y como el enseñante, desde una perspectiva profesional, deberá centrar sus esfuerzos en el establecimiento de canales comunicativos que posibiliten un flujo de información real y adecuado para proporcionar avances significativos en la dirección de los aprendizajes perseguidos (García Rodríguez & Cañal de León, 1995, p. 7).

Enseñar es, fundamentalmente, dar a los alumnos la oportunidad para manejar inteligente y directamente los datos de la disciplina, organizando, dirigiendo y controlando experiencias fructíferas de actividad reflexiva. En síntesis, enseñar es dirigir con técnicas apropiadas el proceso de aprendizaje de los alumnos en la asignatura (Oviedo, 2015, p. 16).

4.2.6 Aprendizaje

El proceso de aprendizaje de los alumnos, cuyos planes, dirección y control caben al docente, es bastante complejo. Podemos aprehender súbitamente un hecho, una consecuencia o una información aislados. Pero el aprendizaje definitivo de un conjunto sistemático de contenidos, implícitos en una asignatura, es un proceso de asimilación lento, gradual y complejo (Fernández, 2004, p. 5-6).

No se agota con eso la relatividad del esquema trazado. Nuestros alumnos no son fabricados en serie; no reaccionan todos de igual manera. Hay entre ellos rasgos y diferencias individuales en relación con su nivel de madurez, capacidad general, preparación escolar, aptitudes específicas, método y ritmo de trabajo, resistencia a la fatiga, sensibilidad, así como en cuanto a ideales, actitudes, preferencias, motivación interior y aspiraciones para el futuro (Fernández, 2004, p. 6).

Identificar estos rasgos y diferencias individuales, explotar sus posibilidades, compensar sus deficiencias y, asimismo, encuadrar a todos los alumnos en un plano de aprendizaje dinámico y

eficaz, orientando, dirigiendo y controlando su evolución hacia objetivos valiosos social y profesionalmente, eso es enseñar en su sentido moderno más auténtico (Oviedo, 2015, p. 14).

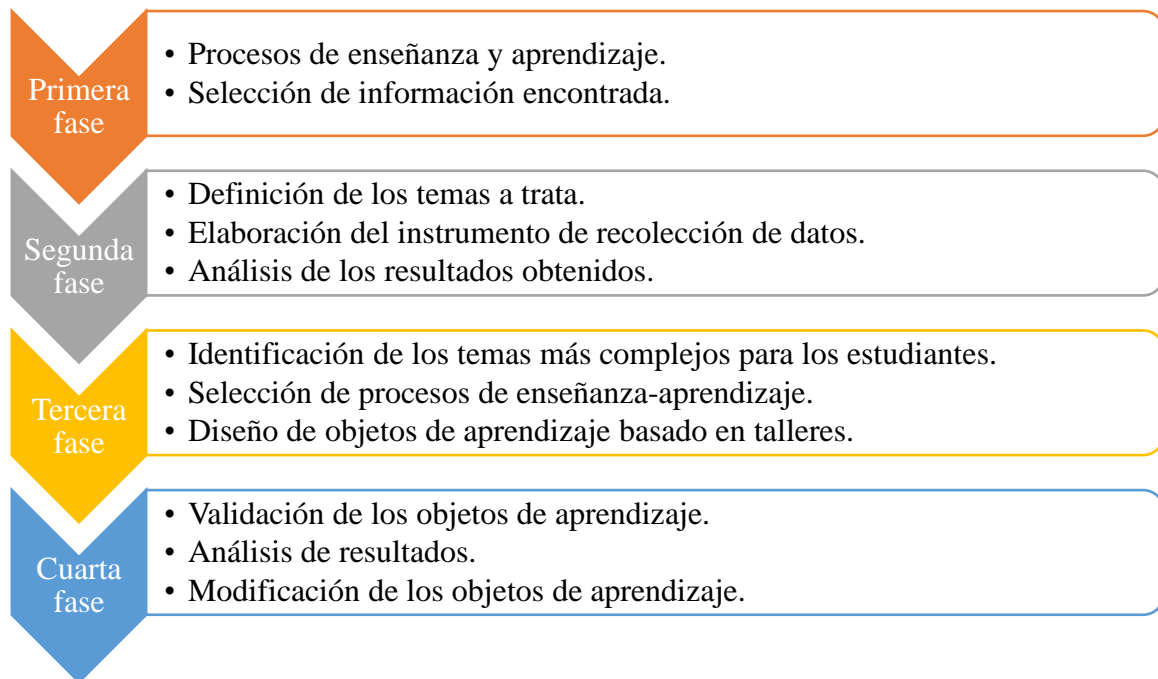
El aprendizaje implica, además, la creación de nexos entre lo mental, lo socioafectivo, lo sensomotriz y lo neurológico, lo cual afecta factores personales, relacionales, cognitivos y simbólicos ligados a cambios, o reorganizaciones. En esta perspectiva, el aprendizaje es un proceso que permite el conocimiento y está basado en procesos continuos de equilibraciones cognitivas, en las cuales se realizan elaboraciones sucesivas de estructuras (Visbal Cadavid et al., 2017, p. 73).

5. Metodología

El proyecto se compone de cuatro fases y once etapas refiriéndose a las actividades propuestas para cada fase, como se puede observar en Figura 7.

Figura 7

Fases del proyecto.



5.1 Primera fase: Revisión de literatura.

En esta fase se quiere recolectar información de diferentes procesos de enseñanza y aprendizaje en ingeniería industrial, con el fin de tener material que pueda ser usado como referencia, para esta fase se emplearon dos etapas descritas a continuación.

5.1.1 Procesos de enseñanza aprendizaje

Se llevará a cabo una búsqueda en la base de datos de contenidos científicos Dialnet, aprovechando su amplio repertorio de publicaciones en español sobre estudios e investigaciones en contextos educativos y productivos de Iberoamérica. Esta base de datos resulta valiosa para

identificar prácticas, teorías y metodologías previamente implementadas en contextos similares al de interés. De igual manera, se empleará la plataforma Google académico para investigar procesos, estrategias, modelos y metodologías de enseñanza-aprendizaje que sirvan de apoyo en la producción de objetos de aprendizaje para el desarrollo de las competencias en la asignatura Diseño de Sistemas Productivos.

5.1.2 Seleccionar información relacionada con procesos de enseñanza-aprendizaje

Posterior a la búsqueda, se realizará una selección del material encontrado, seleccionando aquellos procesos de enseñanza-aprendizaje relacionados con la ingeniería industrial y adecuados para el objetivo y competencias establecidas por la asignatura Diseño de Sistemas Productivos.

5.2 Segunda fase: Diagnostico de la asignatura Diseño de Sistemas Productivos.

Se realizará un estudio diagnostico con el propósito de determinar el estado de usuarios de la asignatura con respecto a las ayudas pedagógicas.

Se construirá un instrumento para la recolección de datos, es decir, una encuesta donde se podrá analizar la experiencia obtenida por el estudiante en la asignatura durante el semestre, junto con el estilo de aprendizaje que mejor se adapta a ellos.

5.2.1 Definición del temario de la asignatura

Con ayuda de los docentes a cargo de Diseño de Sistemas Productivos, se enlistarán las temáticas tratadas a lo largo del desarrollo de la asignatura; siendo estos los mismos que se analizarán con el instrumento de recolección de datos.

5.2.2 Elaboración del instrumento de recolectar datos.

El instrumento se diseñará con preguntas en escala Likert y un test VARK de selección múltiple con la posibilidad de seleccionar más de una opción, así, se obtendrá un panorama más claro sobre la situación de los estudiantes con la asignatura.

5.2.3 Análisis de los resultados obtenidos

Las respuestas obtenidas con el instrumento se analizarán logrando así identificar los temas que presenta mayor dificultad en los estudiantes, además, comprender cual estrategia de enseñanza se acopla mejor al estilo de aprendizaje que la mayoría de ellos adopta a la hora de abordar dicho tema, para en base a ello diseñar los objetos que atiendan efectivamente dichas dificultades.

5.3 Tercera fase: Diseño de los objetos de aprendizaje

Con base en el diagnóstico obtenido de la encuesta se procede a escoger el material de referencia y diseñar los objetos de aprendizaje basado en talleres soportados en el uso de las TIC'S, para así, mejorar el desarrollo de las competencias definidas en la asignatura de Diseño de Sistemas Productivos.

5.3.1 Identificación de los temas que necesitan mayor apoyo

Se clasificarán los temas de mayor a menor nivel de complejidad facilitando la identificación de los temas que más necesitan un apoyo por parte de los objetos de aprendizaje. Dicha clasificación se realizará de acuerdo con lo expresado por los estudiantes en la encuesta diligenciada.

5.3.2 Selección de procesos de enseñanza-aprendizaje

Después de tener la clasificación de los temas, se escogerá el material que pueda ser usado como referencia teniendo en cuenta el estilo de aprendizaje que resulta más efectivo para los temas que se abarcarán con los objetos de aprendizaje.

5.3.3 Diseño de objetos de aprendizaje basado en talleres

Se procede al diseño de los objetos de aprendizaje basados en talleres, los cuales tienen como función, generar una mejor comprensión de los temas por parte de los estudiantes, obteniendo un desarrollo más favorable de la asignatura Diseño de Sistemas Productivos.

5.4 Cuarta fase: Validación de los objetos de aprendizaje basados en talleres

Para finalizar, se validan los objetos de aprendizaje diseñados, analizando el desempeño de los mismo en el aula por medio de una prueba piloto; donde se verán involucrados los docentes y los estudiantes de la asignatura.

5.4.1 Validación mediante una prueba piloto

Los objetos de aprendizaje se ejecutarán en el aula. Con ayuda de los docentes y los estudiantes se evaluará que tan efectivos y funcionales son los objetos de aprendizaje diseñados.

5.4.2 Análisis de los resultados obtenidos en la prueba piloto

Una vez terminada la prueba piloto, se procederá a analizar los resultados obtenidos, identificando las posibilidades de mejora y posibles falencias que puedan llegar a tener los objetos de aprendizaje diseñados. Además, se evaluará la forma en que se desarrolló en el aula y si realmente cumplió con los objetivos impuestos al inicio.

5.4.3 Modificación los objetos de aprendizaje en base a los resultados

Se realizarán las modificación y arreglos necesarios, para lograr una mejor experiencia, llegando a cumplir con su objetivo de apoyo en su totalidad.

6. Revisión de literatura

6.1 Identificar estrategias para la mediación de enseñanza aprendizaje en asignaturas de ingeniería industrial a partir de una revisión de literatura.

En la presente revisión se utilizaron dos fuentes de información: Dialnet, una base de datos de contenidos científicos, la plataforma Google académico. La búsqueda se enfocó en estrategias de enseñanza-aprendizaje empleadas en pregrado de ingeniería industrial. Posterior a la revisión se logró recolectar los siguientes resultados.

6.1.1 Método expositivo/lección magistral.

Es una metodología, donde el docente tiene un papel activo en el desarrollo de la clase y en cambio el alumno adquiere un papel pasivo, siendo básicamente un proceso comunicativo casi unidireccional. Con ella se logran algunos objetivos como lo son adquirir información actualizada y bien organizada procedente de fuentes de difícil acceso al estudiante, facilitar la comprensión y aplicación de los procedimientos específicos de la asignatura y motivar a los estudiantes hacia la materia.

Fernando Velázquez (2015) explica:

Para tener un mejor resultado es recomendable combinarla con el aprendizaje activo y el aprendizaje cooperativo; para ello el docente debe planificar y una lección magistral participativa, impulsando el conocimiento por comprensión; provocando la necesidad de seguir aprendiendo; estableciendo un ambiente de trabajo personal y colaborativo entre los alumnos; el alumno une la responsabilidad y protagonismo del aprendizaje (p. 60).

6.1.2 Resolución de ejercicios y problemas.

Los ejercicios y problemas hacen alusión a tareas, prácticas o situaciones que tienen como propósito reforzar y aplicar conceptos aprendidos en clase.

Se considera el aprendizaje como una construcción social que incluye, conjeturas, pruebas y contradicciones en un proceso creativo y generativo. Por medio de actividades donde se plantean situaciones problemáticas que los alumnos deberán desarrollar soluciones adecuadas, aplicando formulas o algoritmos, procedimientos de transformación de la información disponible y la interpretación de los resultados. Con esta estrategia el alumno debe analizar, descubrir, elaborar hipótesis, confrontar, reflexionar, argumentar y comunicar ideas (Fernando Velázquez, 2015, p. 62).

Normalmente se lleva una secuencia, donde primero el docente explica la temática (permitiendo el uso de la lección magistral); se plantea la situación y posteriormente se aplica lo aprendido para su resolución, para la resolución se sugieren las siguientes etapas: 1. Reconocimiento del problema (comprensión); 2. Análisis, búsqueda y selección del procedimiento; 3. Aplicación del procedimiento y 4. Comprobación e interpretación del resultado. (Fernando Velázquez, 2015, p. 63).

6.1.3 Estudio de casos (EC).

Consiste en proporcionar una serie de casos de situaciones de la vida real para ser estudiadas y analizadas. Trata de un análisis profundo y completo de un hecho, problema o situación real con el objetivo de comprenderlo, explicarlo, resolverlo, generar hipótesis, comparar datos, reflexionar, afinar el conocimiento, diagnosticarlo y en ocasiones formar sobre posibles alternativas de solución. En este enfoque se requiere la creatividad del docente y el conocimiento de la metodología activa. Este método se realiza mejor en grupos pequeños. Fernando Velázquez (2015) destaca tres aspectos fundamentales en el EC; la importancia por parte de los alumnos al asumir un papel activo en el estudio del caso; los alumnos dispuestos a cooperar con sus compañeros; el dialogo como base imprescindible para llegar a consensos y toma de decisiones (p. 63).

Entre las formas de resolver un caso de estudio se encuentra la de Fernando Velázquez (2015), comenzando por la preparación individual donde primero el alumno lee y analiza el caso para tomar decisiones, identifica los puntos importantes del caso, identifica las posibles alternativas de soluciones del problema planteado para posteriormente seleccionar una y desarrollar una propuesta de solución inicial del caso. Después se pasa a la discusión global, para intercambio de opiniones, experiencias y conocimientos obtenidos de la preparación individual, logrando perfilar una solución mejorando las individuales. Por último, en la discusión global se presentan las soluciones

establecidas en una clase moderada por el docente; los alumnos llegan a conocer la solución del caso, llevándolos a reflexionar por medio de la comparación entre la solución encontrada por ellos y la solución final (p. 63-64).

6.1.4 Aprendizaje basado en problemas (ABP).

Está enfocado en que los alumnos resuelvan problemas planteados por los docentes a través, del aprendizaje, la investigación y la reflexión, impulsando una cultura de trabajo personal-colaborativo sugiriendo la adquisición de conocimientos por parte de los alumnos resolviendo problemas si una explicación previa del tema.

Fernando Velázquez (2015) presenta la siguiente secuencia para el método ABP:

Primero, el docente presenta a los alumnos un problema, seleccionado para desarrollar determinadas competencias en el estudiante, indica cómo trabajar y formar pequeños grupos; segundo, los alumnos identifican lo que no saben para resolver el problema (sus necesidades de aprendizaje); tercero, los alumnos recogen información para aumentar conocimientos previos, reelabora sus propias ideas, etc; cuarto, los alumnos resuelven el problema que presentan al docente junto a los compañeros de clase, dicha solución se discute identificándose nuevos problemas, repitiendo el ciclo (p. 65).

Según Vilca Arana (2017) aprender a través de la comprensión, la problematización y la toma consciente de decisiones facilita el aprendizaje significativo, ya que, fomenta en los alumnos la relación entre lo que ya saben y la información nueva (p. 15).

Román Suero et al (2015) resume las principales características en el ABP siendo:

Los alumnos deben ser responsables de su propio estudio; el aprendizaje debería integrar una amplia gama de disciplinas, permitiendo al alumno relacionar conceptos; la colaboración entre los alumnos es esencial; lo que los alumnos aprenden durante su estudio autodirigido debe ser aplicado

al problema de forma cíclica si fuera necesario; un análisis concluyente y una discusión de qué conceptos principios han sido aprendidos es muy importante para reforzar el proceso; la evaluación es esencial y la coevaluación son muy deseables. Deberían realizarse tras cada problema y al final de cada unidad curricular; las actividades en ABP deben corresponder a situaciones reales (p. 1392-1393).

6.1.5 Aprendizaje orientado a proyectos (AOP).

Los alumnos organizados en grupos mediante la planificación, diseño y realización de una serie de actividades, deben responder a las necesidades planteadas en una situación. En este método se requiere el manejo de fuentes de información y disciplinas por parte de los alumnos, siendo necesarias para la solución del problema. Algunos pasos sugeridos por Fernando Velázquez (2015) son primero “describir el contexto del proyecto, realizar una búsqueda bibliográfica, valorar de manera crítica las posibles alternativas para proceder al diseño y evaluación del proyecto, culminando con una autoevaluación del aprendizaje obtenido” (p. 67).

Normalmente se estima que el desarrollo del proyecto se lleve a cabo en un semestre. Por consiguiente, el método AOB tiene a tener un peso significativo sobre la nota de la evaluación final.

6.1.6 Gamificación.

Promueve la participación activa del alumno generando un proceso de retroalimentación entre los compañeros, interviniendo en la construcción de una identidad propia y definida, además de contribuir significativamente en actividades complejas haciendo de ellas un proceso más sencillo. Tiene un aspecto motivacional al estimular al alumno, cognitivo interviniendo para una mejor atención y tiempo de reacción; social llevando lo aprendido fuera del entorno lúdico y emocional regulando las emociones y conductas (Sánchez González & Zambrano Miranda, 2021, p. 11-13).

El concepto de gamificación aplicado a la enseñanza trata de sistematizar un procedimiento en las clases o en la realización de actividades cuando a los estudiantes en la acumulación de conocimientos a partir de novedosas técnicas que les generen un aprendizaje más relevante. Sus principales propósitos son fomentar el aprendizaje de conductas deseadas y promover la participación de los alumnos en actividades de aprendizaje usando elementos de juego, dinámicas, mecánicas y componentes; generalmente apoyados en las TIC (Sánchez González & Zambrano Miranda, 2021, p. 18).

Sánchez González y Zambrano Miranda (2021) consideran los siguientes pasos para emplear la metodología de gamificación (p. 152-154):

Paso 1

- Definir el objetivo de aprendizaje.
- Definir el comportamiento deseado en los aprendices.
- Seleccionar el tipo de jugadores hacia los cuales va dirigido el juego.
- Elegir las actividades que realizarán los aprendices.
- Incluir diversión en las actividades.
- Desarrollar herramientas TIC.

Una vez identificados los logros de aprendizaje y las actividades que permitirán evidenciarlos, también es necesario definir el entorno gamificado donde se gestionará el aprendizaje, para el efecto es necesario considerar los componentes del paso 2.

Paso 2.

- Identificar los componentes del juego.
- Elegir las mecánicas que guiarán el juego.
- Definir las dinámicas que permitirán seguir las reglas y condiciones del juego.

6.1.7 Aula invertida.

Como su nombre lo indica es llevar la explicación de las distintas temáticas a trabajo extractase, utilizando las horas propias de clase al desarrollo de actividades de aprendizaje. El docente toma el rol de guía dejando de ser la única fuente o diseminador de conocimiento; facilitando el aprendizaje a través de una atención más personalizada, así como actividades y experiencias retadoras que requieren el desarrollo de pensamiento crítico de los alumnos para solucionar problemas de forma individual y colaborativa, siendo ahora el alumno responsable de su aprendizaje (Pérez Rodríguez et al., 2018, p. 115).

6.1.8 Aprendizaje basado en retos (ABR).

Al ser un enfoque multidisciplinario anima a los alumnos al aprovechamiento de la tecnología que suelen usar diariamente para resolver problemas del mundo real. ABR crea un espacio donde los alumnos pueden dirigir su propia investigación y pensar críticamente sobre cómo aplicar lo que aprenden, por ello el ABR busca motivar, hacer partícipe e involucrar a los alumnos en la solución de problemas reales, relevantes. Esta estrategia se enfoca en el dominio de habilidades matemáticas, del lenguaje y ciencias del conocimiento de interés; además, potenciar competencias transversales como la resolución de problemas, trabajo en equipo, pensamiento crítico, reflexivo, creativo, tecnológico entre otros (García Gómez et al., 2020, p. 1-2).

El ABR a diferencia de ABP y el AOP, eleva la dificultad de la metodología abordando desafíos reales y sociales; teniendo como objetivo que las soluciones no solo deben proponerse, sino también aplicarse, llegando a ser prototipadas o validadas con audiencias auténticas. ABR suele combinar objetivos de sostenibilidad ambiental y socio-económicas con el desarrollo empresarial e industrial (Terenzano et al., 2022, p. 17).

6.1.9 Aprendizaje cooperativo.

Es ideal para el trabajo en equipo, permitiendo saber qué hacen y como trabaja cada miembro del grupo. El éxito de cada alumno va a depender de si el grupo alcanza los objetivos fijados, primando la cooperación sobre la competición entre los miembros del grupo. Con este método los alumnos son responsables de su aprendizaje junto con el de sus compañeros siendo una estrategia de corresponsabilidad para poder alcanzar las metas e incentivos grupales (Fernando Velázquez, 2015, p. 69).

Johnson y Johnson (como se citó en Fernando Velázquez, 2015) define una situación de aprendizaje cooperativo cuando el grupo de alumnos trabajan conjuntamente para lograr los objetivos, ya que, se necesitan los conocimientos de todos los miembros; además, buscando los beneficios para el grupo, también se consiguen los individuales.

Johnson et al. (1999) señalan cinco elementos básicos para que el aprendizaje cooperativo funcione bien; iniciando por la interdependencia positiva, es decir, todos los alumnos son necesarios; la interacción “cara a cara”, mejorando el trabajo del grupo al interactuar físicamente; la responsabilidad individual, donde cada miembro del grupo responde por su parte del trabajo, junto con la del compañero; habilidades sociales, logrando resolver los conflictos que se puedan llegar a presentar; y por último la autoevaluación del grupo, identificando aspectos positivos y aspectos mejorar en cuanto al funcionamiento del grupo (p. 9-10).

6.1.10 Aprendizaje mediante experiencias.

Permite por medio de la experiencia desarrollar de forma más eficaz el proceso de análisis, necesario para aprender nuevos conceptos. Promoviendo la construcción del conocimiento; aumentando la motivación involucrando más al alumno en la elaboración del conocimiento.

Fernando Velázquez (2015) señala la oportunidad tienen los alumnos al adquirir y aplicar conocimientos, habilidades y sensaciones en un entorno inmediato y relevante; participando en cierta actividad, reflexionando sobre lo acontecido en forma crítica, extrae importantes conclusiones desde el análisis introspectivo e incorpora lo aprendido a través de un cambio en la forma de pensar o comportarse (p. 73).

El aprendizaje con experiencia construye un ciclo donde, se vive la experiencia dentro del proceso formativo; se reflexiona en base a la pregunta “¿qué ha pasado?”; se sacan conclusiones y se analiza el significado de lo que ha pasado; pasando a la aplicación donde se contempla lo que se va a hacer con lo descubierto, finalmente se procede a una nueva experiencia para repetir el plan de acción (Fernando Velázquez, 2015, p. 73).

Fernando Velázquez (2015), define dos opciones para llevar a cabo esta metodología:

La práctica en situaciones reales, dotando de total realismo el aprendizaje, pero puede llegar a causar una afectación negativa por los errores que pueda llegar a cometer el aprendiz del proceso. El aprendizaje se restringe a las situaciones de ese proceso real, y por ello el conocimiento que se adquiere queda limitado y la cantidad de situaciones que se llegan a experimentar en pequeña y la práctica con simulaciones, permite el aprendizaje en un medio artificial similar a la realidad, logrando desarrollar y evaluar competencias que se desarrollan mejor con la experiencia como son las habilidades técnicas, de gestión de sistemas complejos (empresariales, económicos, industriales logísticos, ecológicos, sociales, etc.), afrontando situaciones que son difíciles de encontrar en la vida real; pero al ser una situación artificial requiere de un diseño muy cuidadoso para parecer lo más real posible pudiendo llegar a ser bastante complejo y costoso (p. 74).

6.1.11 *Objetivos virtuales de aprendizaje (OVA).*

Son una subcategoría de los objetos de aprendizaje. Los OVA tienen como característica el ser únicamente digitales; pero debido a que no tienen una definición concreta establecida, tiene una amplia variedad de interpretaciones; como la establecida por el ministerio de educación nacional (MEN) definiendo los OVA como: “recurso digital que puede ser utilizado en diferentes contextos educativos. Pueden ser cursos, cuadros, fotografías, películas, videos y documentos que posean claros objetivos educacionales, entre otros”.

7. Diseño de los objetos de aprendizaje.

8.1 Estrategia de enseñanza y metodología propuesta.

A partir de lo descrito anteriormente, se destacan las siguientes estrategias de enseñanza. Es importante mencionar que estas estrategias fueron seleccionadas de la revisión de literatura.

- Resolución de ejercicios y problemas.
- Estudio de caso (EC).
- Aprendizaje basado en problemas (ABP).
- Aprendizaje orientado a proyectos (AOP).
- Gamificación.
- Aula invertida.
- Objetos visuales de aprendizaje (OVA).

Tras analizar las mejores estrategias para abordar las temáticas en las que los estudiantes han reportado un alto nivel de dificultad, junto con la evaluación de la metodología de enseñanza actualmente empleada y su efectividad basada en la satisfacción estudiantil, se ha determinado que sería beneficioso diseñar un banco de casos de estudio en Diseño y Distribución Sistemática de

Planta (SLP) con un contexto más detallado. Esta metodología resulta idea para los estilos de aprendizaje visual y kinestésico de los estudiantes, mejorando su experiencia de aprendizaje al permitirles profundizar en los principios teóricos y prácticos de SLP a través de escenarios reales y concretos. Esta aproximación facilita la comprensión visual de conceptos complejos mediante representaciones y diagramas; fortalece el aprendizaje kinestésico al requerir que los estudiantes interactúen activamente, lo que incrementa su motivación y dedicación al proyecto. Además, fomenta competencias clave como la resolución de problemas, el pensamiento crítico, el trabajo en equipo y la toma de decisiones, brindando una experiencia educativa integral y aplicada.

El banco de casos de estudio estará compuesto por cuatro casos distintos, cada uno aborda una temática específica, pero siguiendo una metodología uniforme. Cada caso incluirá los siguientes componentes:

- Guía del caso; Instrucciones detalladas que explican los pasos necesarios para el correcto desarrollo del caso, junto con los datos esenciales para cumplir con los objetivos planteados.
- Archivo en formato MsVisio; Contiene el plano inicial de la planta o fábrica.
- Galería de objetos; Elementos necesarios para trabajar en el plano.
- Máquinas en 3D; Modelos tridimensionales de las máquinas necesarias para cada operación.

Esta estructura permitirá a los estudiantes aplicar y consolidar sus conocimientos en un entorno práctico, facilitando una comprensión más profunda y efectiva del diseño y distribución de plantas industriales. Uno de los objetivos de estos casos de estudio es, analizar y rediseñar la distribución de planta para mejorar la eficiencia operativa utilizando la información proporcionada para generar

una solución integral siguiendo las pautas del instrumento del caso; adicionalmente evaluar los impactos de las mejoras en la eficiencia y los costos operativos.

7.1 Propuesta de diseño de casos de estudio.

Las propuestas de los casos de estudio en esencia están compuestas por la misma estructura, variando en el contexto y sector donde se aplica. A continuación, se expondrá la composición de cada caso, usando como ejemplo el primer caso de estudio, centrado en una planta productora de quesos (también disponible para mayor detalle en el Apéndice B).

7.1.1 Documento guía del caso.

OBJETIVO:

Desarrollar una propuesta de diseño de planta, a partir de la caracterización del sistema y diseño actual, considerando los siguientes aspectos.

- Evaluar y mejorar las condiciones de trabajo relacionado con la seguridad de los trabajadores, acorde con la normatividad vigente.
- Definir la cantidad y tipo de recursos requeridos para lograr la capacidad instalada necesaria en cumplimiento de las proyecciones de demanda definidas por el área de analítica y planeación.
- Desarrollar una adecuada disposición de recursos de acuerdo con el desarrollo de las operaciones para el logro de los objetivos de producción definidos.
- Maximizar el uso de los espacios disponibles y lograr la mejor disposición de las áreas de trabajo para generar un adecuado flujo de material y personal dentro de la planta.

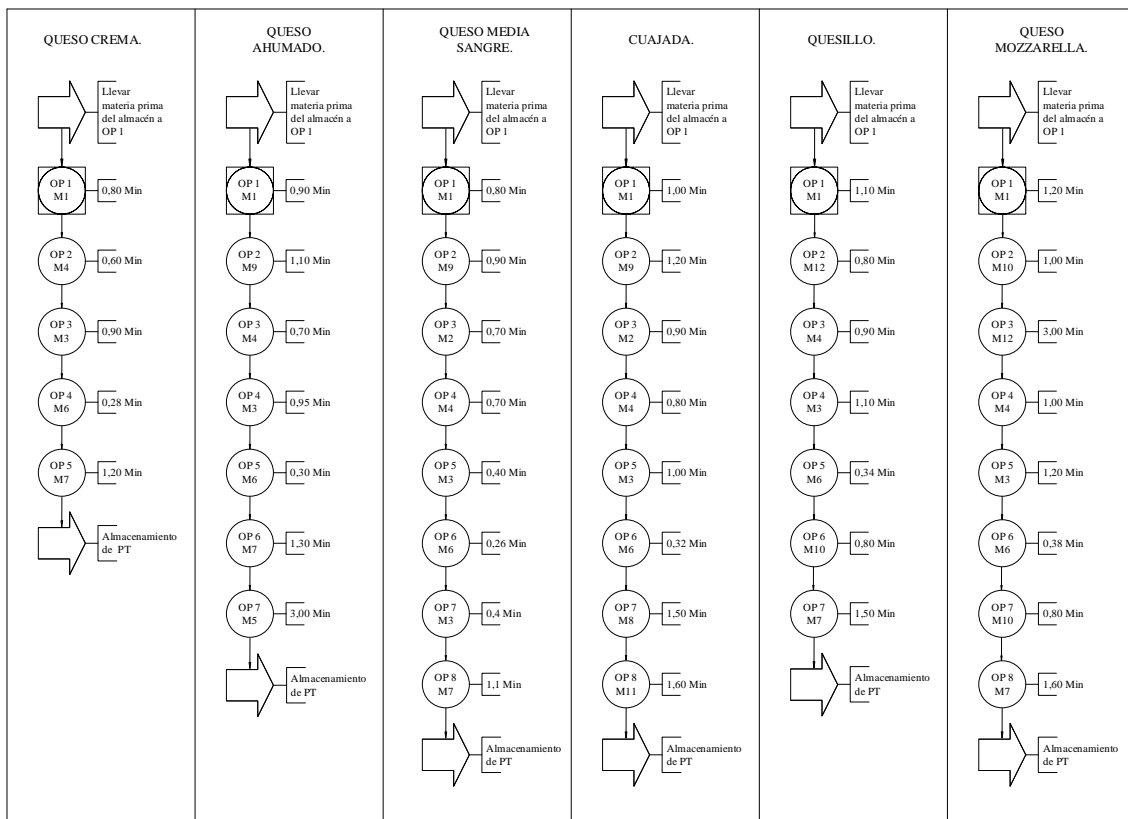
La planta productora de queso busca optimizar su eficiencia operativa mediante la revisión del diseño de su sistema productivo, con un enfoque específico en la distribución de planta. La planta fabrica una variedad de quesos de los cuales se ha realizado un trabajo de caracterización a partir

de los diagramas de flujo y estudios de tiempos para cada una de las operaciones, además de un análisis P-Q con el que se logró identificar las 6 referencias que representan el 85% de sus ingresos. En base a lo anterior, el análisis y diseño estarán enfocados en las referencias seleccionadas, las cuales se ilustran a través del diagrama de operaciones de las referencias.

Dicho diagrama detalla los procesos de producción de cada referencia, tal como se muestra en la Figura 8, donde se puede observar el equipo necesario para llevar a cabo cada etapa del proceso productivo.

Figura 8

Diagrama de operaciones de las referencias resultantes del análisis P-Q.



El listado de equipos presentado en la Tabla 3, ofrece información detallada sobre los distintos equipos en operación, incluyendo la cantidad de cada tipo de máquina.

Tabla 3*Equipos disponibles en planta.*

| ID. | NOMBRE MÁQUINA | OPERACIÓN | CANTIDAD |
|-----|------------------------|---------------------|----------|
| M1 | SISTEMA DE UF | FILTRACIÓN | 4 |
| M2 | ESTANDARIZADOR | ESTANDARIZACIÓN | 1 |
| M3 | DESUERADOR | DESUERADO | 5 |
| M4 | CUBA POLIVALENTE | COAGULACIÓN | 2 |
| M5 | AHUMADOR | AHUMADO | 1 |
| M6 | SALADOR | SALADO | 2 |
| M7 | PRENSA HORIZONTAL | PRENSADO | 5 |
| M8 | MOLINO PARA GRANOS | MOLIDO | 1 |
| M9 | DESCREMADORA | DESCREMADO | 1 |
| M10 | PASTEURIZADOR | TRATAMIENTO TÉRMICO | 2 |
| M11 | MEZCLADOR | AMASADO | 1 |
| M12 | TANQUE DE FERMENTACIÓN | ADICIÓN DE FERMENTO | 4 |

Con los equipos en operación, la planta podía satisfacer la demanda de los productos referenciados en el diagrama de operaciones. Sin embargo, ante un cambio en la demanda, se realizó un estudio que permitió proyectar la nueva demanda necesaria para el diseño., era posible atender la demanda de los productos referenciados en el diagrama de operaciones (ver Tabla 4).

Tabla 4*Demanda proyectada para la planta de producción.*

| PRODUCTO. | | D [ud/día] |
|---------------------|-----|---------------|
| Queso crema. | QC | 700 |
| Queso ahumado. | QA | 750 |
| Queso media sangre. | QMS | 650 |
| Cuajada. | C | 800 |
| Quesillo. | Q | 850 |
| Queso mozzarella. | QM | 950 |

Con la información previamente suministrada, se procede al desarrollo del caso de estudio en cuatro etapas, avanzando secuencialmente en el proceso de diseño. En cada etapa, se presenta un video guía, habilitado por el docente, que ejemplifica cómo desarrollar cada punto.

La Etapa A corresponde al análisis de flujo; compuesto por cuatro puntos. En el primero, se solicita la elaboración de una matriz multi-producto que permitirá comparar las secuencias de cada referencia utilizando la información del diagrama de operaciones. Esta matriz ofrece una visión general de la relación entre las operaciones de producción de múltiples productos, lo que facilita la toma de decisiones para mejorar la eficiencia y utilización de recursos; reduciendo así los costos.

En el segundo punto, a partir del análisis de secuencias generada en el primer punto, se construye la matriz Origen-destino, en la que se registran los volúmenes transferidos entre pares de centros de trabajo (unid/día). Esta herramienta ayuda a planificar rutas de transporte eficientes y gestionar la distribución de recursos en la cadena de suministro. El resultado obtenido es similar al mostrado en la Figura 9. En dicha matriz, el proceso en la columna izquierda representa el origen y el proceso en la fila superior corresponde al destino. La demanda proyectada por referencia se coloca en la celda correspondiente al cruce entre el origen y el destino.

Figura 9

Matriz Origen-destino.

| MATRIZ ORIGEN DESTINO (VOLÚMENES) | | | | | | | | | | | | | | |
|-----------------------------------|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|-----|-----|-----|----|
| DE\A | MP | MI | M2 | M3 | M4 | M5 | M6 | M7 | M8 | M9 | M10 | M11 | M12 | PT |
| MP | | | | | | | | | | | | | | |
| MI | | | | | | | | | | | | | | |
| M2 | | | | | | | | | | | | | | |
| M3 | | | | | | | | | | | | | | |
| M4 | | | | | | | | | | | | | | |
| M5 | | | | | | | | | | | | | | |
| M6 | | | | | | | | | | | | | | |
| M7 | | | | | | | | | | | | | | |
| M8 | | | | | | | | | | | | | | |
| M9 | | | | | | | | | | | | | | |
| M10 | | | | | | | | | | | | | | |
| M11 | | | | | | | | | | | | | | |
| M12 | | | | | | | | | | | | | | |
| PT | | | | | | | | | | | | | | |

El tercer punto corresponde al análisis de los flujos en la matriz origen-destino, consolidando los costos por unidad de distancia transferidos, haciendo uso de la demanda proyectada por producto (D_i), el costo unitario de transporte por unidad de producto (C_{u_i}), mostrada en la Tabla 5.

Tabla 5

Costo unitario de transporte por unidad de producto.

| COSTO UNITARIO DE TRANSPORTE POR PRODUCTO | |
|---|--------------|
| PRODUCTO | Cu [\$/ud-m] |
| QC | 100 |
| QA | 120 |
| QMS | 110 |
| C | 100 |
| Q | 130 |
| QM | 150 |

Obteniendo $COSTOS\ POR\ UNIDAD\ DE\ DISTANCIA = D_i * Cu_i$, lo que permite evaluar los costos asociados al flujo de materiales en la planta de producción. Esto genera una matriz similar a la Figura 9, pero ahora expresada en valores monetarios.

En el cuarto punto, se realiza un análisis de relaciones de actividad basado en los costos por unidad de distancia. El resultado es la matriz mostrada en la Figura 10, donde cada celda refleja el costo total de transferencia de los productos entre dos centros de trabajo.

Figura 10

Relación de actividad de costos por unidad de distancia.

| RELACIONES DE ACTIVIDAD DE COSTOS TRANSFERIDOS | | | | | | | | | | | | | |
|--|----|----|----|----|----|----|----|----|----|-----|-----|-----|----|
| | M1 | M2 | M3 | M4 | M5 | M6 | M7 | M8 | M9 | M10 | M11 | M12 | PT |
| MP | | | | | | | | | | | | | |
| | M1 | | | | | | | | | | | | |
| | | M2 | | | | | | | | | | | |
| | | | M3 | | | | | | | | | | |
| | | | | M4 | | | | | | | | | |
| | | | | | M5 | | | | | | | | |
| | | | | | | M6 | | | | | | | |
| | | | | | | | M7 | | | | | | |
| | | | | | | | | M8 | | | | | |
| | | | | | | | | | M9 | | | | |
| | | | | | | | | | | M10 | | | |
| | | | | | | | | | | | M11 | | |
| | | | | | | | | | | | | M12 | |

La Etapa B, corresponde al análisis de relaciones de proximidad y capacidad, y se compone de cuatro puntos.

En el primer punto, se definen los rangos para cada categoría en los niveles de relaciones de proximidad, utilizando la información obtenida del análisis de relaciones en costos de transferencia. Para establecer los rangos, se toman el valor máximo y el mínimo de la **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.**, dividiendo la diferencia de ambos en cuatro. El proceso para determinar los rangos comienza con el menor costo de relación de actividad por unidad de distancia; a este valor se le suma el intervalo, lo que constituye el primer rango, y el proceso se repite hasta completar el último rango, obteniendo el resultado que se muestra en la Tabla 6.

Tabla 6

Rangos de intensidad.

| RANGOS INTENSIDAD | | | |
|-------------------|----|------------|---------------|
| A | \$ | 494,500.00 | \$ 636,000.00 |
| E | \$ | 353,000.00 | \$ 494,500.00 |
| I | \$ | 211,500.00 | \$ 353,000.00 |
| O | \$ | 70,000.00 | \$ 211,500.00 |

Los rangos de intensidad indican el nivel de proximidad entre los centros de trabajo, donde “A” representa la mayor proximidad y “O” la menor.

En el segundo punto, se elabora la matriz de relaciones de actividad con base en los intervalos definidos en el punto anterior, como se muestra en la Figura 11. Este análisis se centra en el flujo de material y los costos de transferencia, utilizando un enfoque cuantitativo. Los valores obtenidos en la Figura 10, se reemplazan por el rango correspondiente a cada uno.

Figura 11

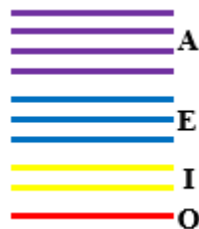
Matriz de relación de actividad.

| MATRIZ DE RELACIONES DE ACTIVIDAD | | | | | | | | | | | | | |
|-----------------------------------|----|----|----|----|----|----|----|----|----|-----|-----|-----|----|
| MP | M1 | M2 | M3 | M4 | M5 | M6 | M7 | M8 | M9 | M10 | M11 | M12 | PT |
| | M1 | | | | | | | | | | | | |
| | | M2 | | | | | | | | | | | |
| | | | M3 | | | | | | | | | | |
| | | | | M4 | | | | | | | | | |
| | | | | | M5 | | | | | | | | |
| | | | | | | M6 | | | | | | | |
| | | | | | | | M7 | | | | | | |
| | | | | | | | | M8 | | | | | |
| | | | | | | | | | M9 | | | | |
| | | | | | | | | | | M10 | | | |
| | | | | | | | | | | | M11 | | |
| | | | | | | | | | | | | M12 | |

Para el tercer punto, se elabora el diagrama de relaciones, de acuerdo con la clasificación de niveles de proximidad, basándose en los resultados obtenidos en la matriz de relación de actividad. Representada gráficamente como se muestra en Figura 12.

Figura 12

Niveles de proximidad.



Cada miembro del grupo desarrolla un diagrama de relaciones, destacando habilidades como la creatividad y el ingenio.

En el cuarto punto, se calculará la cantidad de recursos necesarios, utilizando los tiempos de operación que tarda cada centro de trabajo en procesar una unidad de cada referencia (ver Figura 13). Esta información, es presentada en el diagrama de operaciones y en la demanda proyectada por producto, se utilizará para llevar a cabo el análisis de capacidad.

Figura 13

Tiempos de operación.

| | | <i>TIEMPOS ESTÁNDARES DE OPERACIÓN (Te)</i> | | | | | |
|-----------------------|------------|---|-----------|------------|----------|----------|-----------|
| <i>PRODUCTO -></i> | | <i>QC</i> | <i>QA</i> | <i>QMS</i> | <i>C</i> | <i>Q</i> | <i>QM</i> |
| <i>D-></i> | | 700 | 750 | 650 | 800 | 850 | 950 |
| RECURSOS | <i>M1</i> | | | | | | |
| | <i>M2</i> | | | | | | |
| | <i>M3</i> | | | | | | |
| | <i>M4</i> | | | | | | |
| | <i>M5</i> | | | | | | |
| | <i>M6</i> | | | | | | |
| | <i>M7</i> | | | | | | |
| | <i>M8</i> | | | | | | |
| | <i>M9</i> | | | | | | |
| | <i>M10</i> | | | | | | |
| | <i>M11</i> | | | | | | |
| | <i>M12</i> | | | | | | |

Se define la cantidad de máquinas necesarias para cumplir con la demanda establecida. Para calcular la capacidad, se asume una disponibilidad de 3 turnos, 8 horas/turno y un factor de eficiencia y utilización planeado del 90%, el cálculo final se muestra en la Figura 14.

El tiempo total requerido de cada recurso por referencia se obtiene mediante la fórmula:

- Tiempo Total = Tiempo estándar de operación (Te) * Demanda proyectada por producto.

El t_{total} es la suma de los tiempos total de cada recurso por referencia de cada proceso. El número esperado de máquinas $E(N)$ se calcula usando la formula:

- $E(N) = t_{total} / (N^{\circ} \text{ turnos} * \text{Tiempo por turno (se debe manejar en la misma unidad de tiempo presente en los tiempos de operación)} * \text{Factor de eficiencia utilización})$.

Finalmente, el valor N corresponde a $E(N)$, redondeado al entero superior, ya que no es posible contar con fracciones de máquinas.

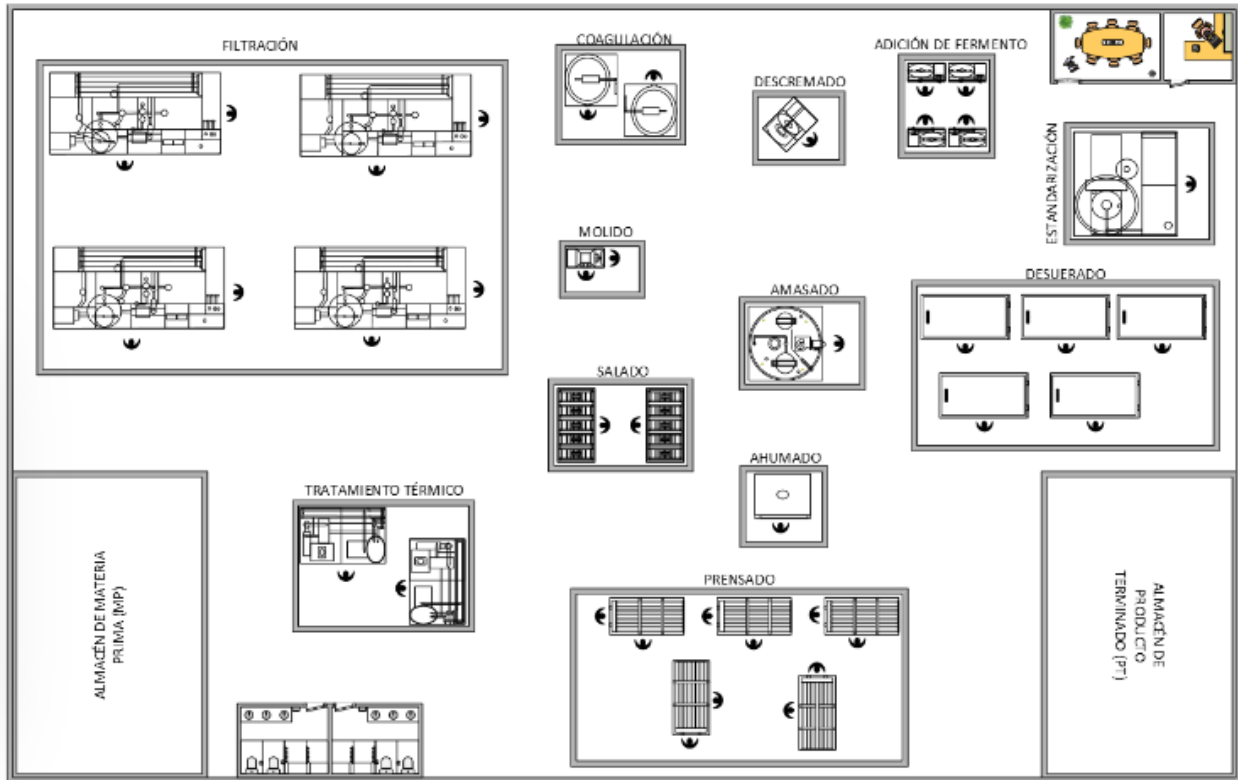
Figura 14

Requerimientos de recursos.

| CÁLCULO DE REQUERIMIENTO DE RECURSOS | | | | | | | | | | |
|--------------------------------------|--|----|-----|---|---|----|-----------------------------------|------|---|---------------|
| TIEMPO DISPONIBLE | 1440 | | | | | | | | | |
| FACTOR E*U | 90% | | | | | | | | | |
| RECURSO | TIEMPO TOTAL REQUERIDO DE CADA RECURSO POR REFERENCIA ($T_e * D$) | | | | | | t_{total} { $S(T_i * D_i)$ } | E(N) | N | % Utilización |
| | QC | QA | QMS | C | Q | QM | | | | |
| M1 | | | | | | | | | | |
| M2 | | | | | | | | | | |
| M3 | | | | | | | | | | |
| M4 | | | | | | | | | | |
| M5 | | | | | | | | | | |
| M6 | | | | | | | | | | |
| M7 | | | | | | | | | | |
| M8 | | | | | | | | | | |
| M9 | | | | | | | | | | |
| M10 | | | | | | | | | | |
| M11 | | | | | | | | | | |
| M12 | | | | | | | | | | |

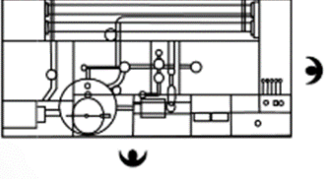
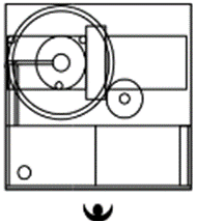

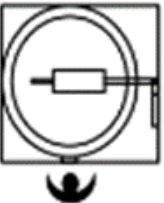
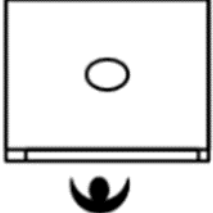

La Etapa C se enfoca en la definición de los requerimientos de espacio y está compuesta por tres puntos.

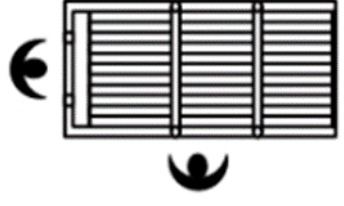

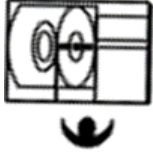
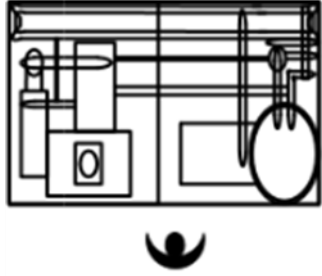
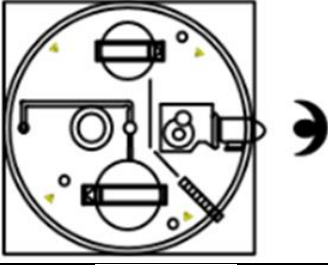
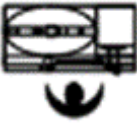
El primero, corresponde a la estimación de espacio requerido, utilizando las dimensiones (largo y ancho) presentadas en el plano de MsVisio (ver Figura 15).

Figura 15*Plano inicial en MsVisio.*

Se emplea el método de Guerchet, que consiste en calcular las necesidades de espacio para cada centro de trabajo, operarios y cualquier otro elemento involucrado en las actividades de producción. Es importante considerar el número de lados necesarios para la interacción máquina-operario, lo cual se puede observar en la disposición de los operarios alrededor de cada máquina en el plano de distribución, como se muestra en la Tabla 7. El número de operarios que rodean la máquina indica la cantidad de lados requeridos para dicha interacción.

Tabla 7*Máquinas en 2D.*

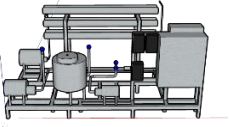
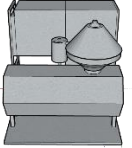


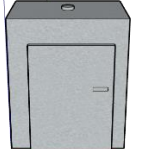
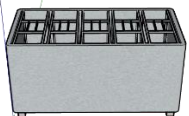
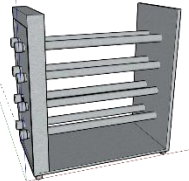
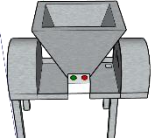
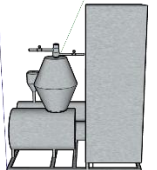
| ID. | NOMBRE MÁQUINA | VISTA DE LA MÁQUINA |
|-----|------------------|---|
| M1 | SISTEMA DE UF |  |
| M2 | ESTANDARIZADOR |  |
| M3 | DESUERADOR |  |
| M4 | CUBA POLIVALENTE |  |
| M5 | AHUMADOR |  |
| M6 | SALADOR |  |

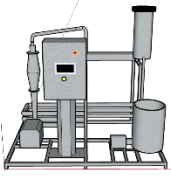
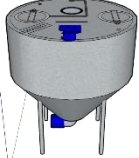

| | | |
|-----|------------------------|---|
| M7 | PRENSA HORIZONTAL |  |
| M8 | MOLINO PARA GRANOS |  |
| M9 | DESCREMADORA |  |
| M10 | PASTEURIZADOR |  |
| M11 | MEZCLADOR |  |
| M12 | TANQUE DE FERMENTACIÓN |  |

Para el cálculo de k , se utiliza la información sobre la altura de las máquinas, obtenida a partir de los modelos 3D presentados en SketchUp como se pueden apreciar en la Tabla 8. La fórmula utilizada es:

- $K = \text{Altura de la máquina} / (2 * \text{Altura de los operarios})$.

Tabla 8*Listado de máquinas en 3D.*

| ID. | VISTA DE LA MÁQUINA |
|-----|---|
| M1 |  |
| M2 |  |
| M3 |  |
| M4 |  |
| M5 |  |
| M6 |  |
| M7 |  |
| M8 |  |
| M9 |  |

| | |
|-----|---|
| M10 |  |
| M11 |  |
| M12 |  |

N representa el número de lados necesarios para operar la máquina.

Superficie estática (SS): corresponde al área ocupada por las máquinas y se calcula como:

- $SS = \text{Largo} * \text{Ancho de cada máquina.}$

Superficie de gravitación (SG): es el área utilizada por el operario y el material durante las operaciones alrededor de los puestos de trabajo. Se calcula como:

- $SG = SS * N$

La superficie de evolución (SE): es el área reservada entre los puestos de trabajo para los desplazamientos del personal, de la máquina y para la salida del producto terminado. Se calcula con la fórmula:

- $SE = (SS + SG) * K.$

Estos cálculos se resumen en la Figura 16.

Figura 16*Estimación de espacio.*

| <i>Estimación de espacio requerido usando GUERCHET</i> | | | | | | | | | | |
|--|----------|-------|-------|--------|-----|---|----|-----|----|----|
| RECURSO | CANTIDAD | LARGO | ANCHO | ALTO * | SS | N | SG | K * | SE | ST |
| M1 | | | | | | | | | | |
| M2 | | | | | | | | | | |
| M3 | | | | | | | | | | |
| M4 | | | | | | | | | | |
| M5 | | | | | | | | | | |
| M6 | | | | | | | | | | |
| M7 | | | | | | | | | | |
| M8 | | | | | | | | | | |
| M9 | | | | | | | | | | |
| M10 | | | | | | | | | | |
| M11 | | | | | | | | | | |
| M12 | | | | | | | | | | |
| ALTURA OPERARIO | | | | | 1,7 | | | | | |
| ESPACIO TOTAL (m ²) -> | | | | | | | | | | |
| ESPACIO DISPONIBLE -> | | | | | | | | | | |
| DIFERENCIA (%) -> | | | | | | | | | | |

La superficie total (ST) se calcula como:

- $ST = SS + SG + SE.$

Donde este resultado se utiliza para determinar el espacio total necesario y calcular la diferencia porcentual que indica cuánto del espacio disponible es ocupado por los centros de trabajo. Es importante destacar que el espacio disponible se refiere al área restante una vez que se han excluido las áreas no móviles, como baños, oficinas, entre otros.

En el segundo punto, se establece el área por puesto de trabajo, requerido por unidad productiva (máquina), incluyendo el área destinada al material y al operario, tomando en cuenta los espacios mínimos establecidos por normal (resolución 2400, artículo 9), que establece que la superficie de pavimento por trabajador no debe ser menor de dos metros cuadrados. Este diseño se desarrolla en MsVisio, donde se refleja la colaboración y trabajo en equipo junto a la creatividad de los estudiantes.

El tercer punto, aborda la disposición de conjunto, teniendo en cuenta la ubicación adecuada de los puntos de interrelación entre el operario y las máquinas, así como el número de máquinas que

conforman cada taller. Esta ubicación también determina la necesidad de pasillos. La separación entre máquinas debe cumplir con lo establecido en las normas (decreto 2400, artículo 12, párrafo 1 y 2).

La Etapa D, se enfoca en la presentación del diagrama de relación de espacios, la evaluación de alternativas y generación de una propuesta de distribución.

En el primer punto, se crean los diagramas de relación de espacios o configuración de bloques, en MsVisio a escala 1:100. Cada miembro del grupo genera una alternativa de configuración basándose en el diagrama de relaciones desarrollado en el punto tres de la Etapa B.

El segundo punto es la evaluación de costos. Se calculan los costos totales utilizando el diagrama de bloques, tomando en cuenta los volúmenes transferidos (F_{ij}) entre cada taller y el costo unitario de transporte por unidad de producto. La fórmula utilizada es:

- $V_{ij} = F_{ij} * C_{uij}$.

Donde también se mide la distancia total recorrida entre los centroides de los talleres en cada diagrama de bloques. Adicionalmente, se calcula la distancia total recorrida por cada producto desde materias primas (MP) hasta productos terminados (PT), junto con los costos totales. Para estos cálculos, se emplea la herramienta de segmentación y el procedimiento de “generar informe automático” en MsVisio, además, calculando la distancia total recorrida por cada producto desde MP hasta PT, junto con los costos totales, utilizando el plano inicial en MsVisio. Para estos cálculos, se emplea la herramienta (segmento para medir) y procedimiento (generar informe automático), resultando en la matriz mostrada de la Figura 17 para cada propuesta. Esto permite analizar en detalles cuál propuesta es la más eficiente en términos de costos, seleccionando la que presenta los menores costos por unidad transferida.

Figura 17

Evaluación de costos.

| Evaluación de costos Propuesta | | | | | | | | | | | | | |
|--|----|----|----|----|----|----|----|----|----|-----|-----|-----|----|
| MP | M1 | M2 | M3 | M4 | M5 | M6 | M7 | M8 | M9 | M10 | M11 | M12 | PT |
| | M1 | | | | | | | | | | | | |
| | | M2 | | | | | | | | | | | |
| | | | M3 | | | | | | | | | | |
| | | | | M4 | | | | | | | | | |
| | | | | | M5 | | | | | | | | |
| | | | | | | M6 | | | | | | | |
| | | | | | | | M7 | | | | | | |
| | | | | | | | | M8 | | | | | |
| | | | | | | | | | M9 | | | | |
| | | | | | | | | | | M10 | | | |
| | | | | | | | | | | | M11 | | |
| | | | | | | | | | | | | M12 | |
| Propuesta 1: | | | | | | | | | | | | | |
| = $\sum_{i=1}^{M-1} \sum_{j=i+1}^M V_{ij} d_{ij}$ [unidades] | | | | | | | | | | | | | |

En el tercer punto, se genera la propuesta final basada en los resultados obtenidos en el punto anterior, desarrollando el plano final con la distribución propuesta. En este proceso, los centros de trabajo se organizan de acuerdo con el espacio disponible. Cabe resaltar que se permitió la modificación de la ubicación de las oficinas, y la puesta de acceso sobre el mismo muro para desarrollar el caso. El diseño final debe considerar criterios clave, como la minimización de interferencias, maximización del flujo, optimización del uso de espacio, la disposición adecuada de los pasillos y otros elementos importantes desde la perspectiva del diseño.

Finalmente; en el cuarto punto se realiza una comparación de los costos generados, utilizando el plano final propuesto, calculando costos mediante MsVisio y comparándolos con los costos obtenidos del plano original. Esto permitirá evaluar la mejora alcanzada con la propuesta final en comparación con la distribución inicial, generando un cuadro como el mostrado en la Figura 18.

Figura 18*Comparación de costos.*

| COMPARACIÓN COSTOS GENERADOS | | | | | | | |
|------------------------------|----|----|-----|---|---|----|-------|
| VERSIÓN INICIAL | | | | | | | |
| | QC | QA | QMS | C | Q | QM | TOTAL |
| POR UNIDAD | | | | | | | |
| TOTAL | | | | | | | |
| VERSIÓN PROPUESTA | | | | | | | |
| | QC | QA | QMS | C | Q | QM | TOTAL |
| POR UNIDAD | | | | | | | |
| TOTAL | | | | | | | |
| DIFERENCIA (TOTALES) | | | | | | | |

7.2 Contextualización casos de estudio.

Como se mencionó anteriormente, los demás casos de estudio siguen la misma estructura y metodología, diferenciándose principalmente por el contexto y el sector en el que se desarrollan.

El **segundo caso** se enfoca en una fábrica productora de calzado que busca mejorar su eficiencia operativa mediante la revisión del diseño de su sistema productivo, con especial atención a la distribución de planta. Este estudio abarca cinco referencias de productos que generan el 85% de los ingresos de la fábrica. El caso incluye seis operaciones, cada una equipada con el equipo necesario para su función. El plano inicial, presentado en MsVisio, proporciona una visión clara de la distribución actual de la fábrica, mostrando la cantidad y disposición de los equipos en cada operación. Además, los equipos se han modelado en 3D utilizando SketchUp. Para un análisis más completo, se encuentra el Apéndice C.

El **tercer caso** aborda una fábrica productora de muebles de madera que busca optimizar su eficiencia operativa mediante la revisión del diseño de su sistema productivo, con un enfoque específico en la distribución de planta. Este estudio también abarca cinco referencias de productos

que representan el 85% de los ingresos de la fábrica y consta de cinco operaciones, cada una equipada con los recursos necesarios. El plano inicial, desarrollado en MsVisio, ofrece una visión detallada de la distribución actual, incluyendo la cantidad y disposición de los equipos en cada operación, con modelos en 3D creados en SketchUp. Para un análisis más completo, se encuentra el Apéndice D.

El **cuarto caso** se enfoca en una fábrica textil que busca mejorar su eficiencia operativa revisando el diseño de su sistema productivo, especialmente en lo relacionado con la distribución de planta. Este estudio abarca seis referencias de productos, que representan el 85% de los ingresos de la fábrica. El caso incluye cinco operaciones, cada una equipada con el equipo necesario para su función. El plano inicial, presentado en MsVisio, ofrece una visión clara de la distribución de la fábrica, mostrando la cantidad y disposición de los equipos, también modelados en 3D en SketchUp. Para un análisis más completo, se encuentra el Apéndice E.

8. Validación de los objetos de aprendizaje basado en talleres.

Para validar los casos de estudio diseñados, se solicitó a algunos estudiantes de la asignatura Diseño de Sistemas Productivos que se dividieran en grupos y desarrollaran un caso de estudio. Al finalizar, se les solicitó que completaran un formulario a través de Moodle, como se puede apreciar en la Figura 19. El propósito de este formulario fue conocer como percibieron la experiencia y las posibles mejoras que los estudiantes identificaron.

Figura 19

Formulario presentado en Moodle.

1. Considerando la importancia del desarrollo del TALLER DE DISEÑO en el curso, solicitamos califique las siguientes afirmaciones en una escala del 1 al 5, donde (Todas en referencia al contenido y desarrollo del Taller de diseño y distribución de planta-SLP):

- 1 significa "Totalmente en desacuerdo"
- 2 significa "En desacuerdo"
- 3 significa "Ni de acuerdo ni en desacuerdo"
- 4 significa "De acuerdo"
- 5 significa "Totalmente de acuerdo"

2. Que recomendaciones o sugerencias puede aportar para mejorar la experiencia y el proceso de aprendizaje, a partir de la estrategia del caso de estudio en diseño y distribución de planta:

1 2 3 4 5

| | | | | | |
|---|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|
| 1. La información suministrada permite cumplir con los objetivos propuestos en el caso de estudio de diseño y distribución de planta (SLP). | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| 2. La estructura y contexto del caso de estudio sobre diseño y distribución de planta, genera en el estudiante la necesidad de un análisis crítico. | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| 3. El caso de estudio promueve procesos de análisis y toma de decisiones para llegar a la solución del problema de diseño. | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| 4. El caso de estudio de diseño y distribución de planta, permite el análisis desde diferentes perspectivas que requieren del conocimiento de diversos conceptos. | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| 5. El caso de estudio conecta adecuadamente la teoría y la práctica correspondiente al problema de diseño y distribución de planta. | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| 6. Es clara la metodología y procedimiento a utilizar en el desarrollo del caso y la solución del problema de diseño. | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| 7. El análisis y solución del problema de diseño requiere de conocimientos previos, adquiridos en el proceso de formación como ingenieros industriales. | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| 8. Para un adecuado proceso de análisis y solución del problema de diseño presentado en el caso se requiere de la consideración de normas estándares de ingeniería. | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| 9. El caso de estudio requiere de la identificación y definición de las restricciones que deben considerarse en la solución al problema de diseño. | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| 10. Los procesos creativos son esenciales para el desarrollo del caso de estudio sobre diseño y distribución de planta (SLP), y forman parte de sus componentes. | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| 11. El caso de estudio, contempla la generación y selección de múltiples soluciones que cumplen con los requerimientos y restricciones definidas para el diseño. | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| 12. El caso de estudio, aporta al fortalecimiento de competencias y contribuye en la adquisición de nuevos conocimientos y habilidades requeridos para el desempeño del Ingeniero Industrial. | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |

Del formulario se obtuvieron los siguientes resultados, donde los estudiantes contestaron una serie de afirmaciones utilizando una escala de calificación que va desde “Totalmente en desacuerdo” hasta “Totalmente de acuerdo”.

El 58% de los estudiantes, indicaron estar “Totalmente de acuerdo” en que la información proporcionada cumple con los objetivos propuestos en los casos de estudio de Diseño y Distribución de Planta. Esto sugiere una percepción positiva generalizada sobre la utilidad y eficacia de la información proporcionada.

Un 65% expresaron estar “Totalmente de acuerdo”, y 26% están “De acuerdo”, en que la estructura y el contexto de los casos de estudio fomentan la necesidad de un análisis crítico. Sumado a 63% de los estudiantes que se encuentran “Totalmente de acuerdo” en que los casos de estudio promueven procesos de análisis y toma de decisiones para resolver problemas de Diseño y Distribución de planta. Indicando que consideran los casos de estudio como una herramienta efectiva para desarrollar habilidades en este ámbito.

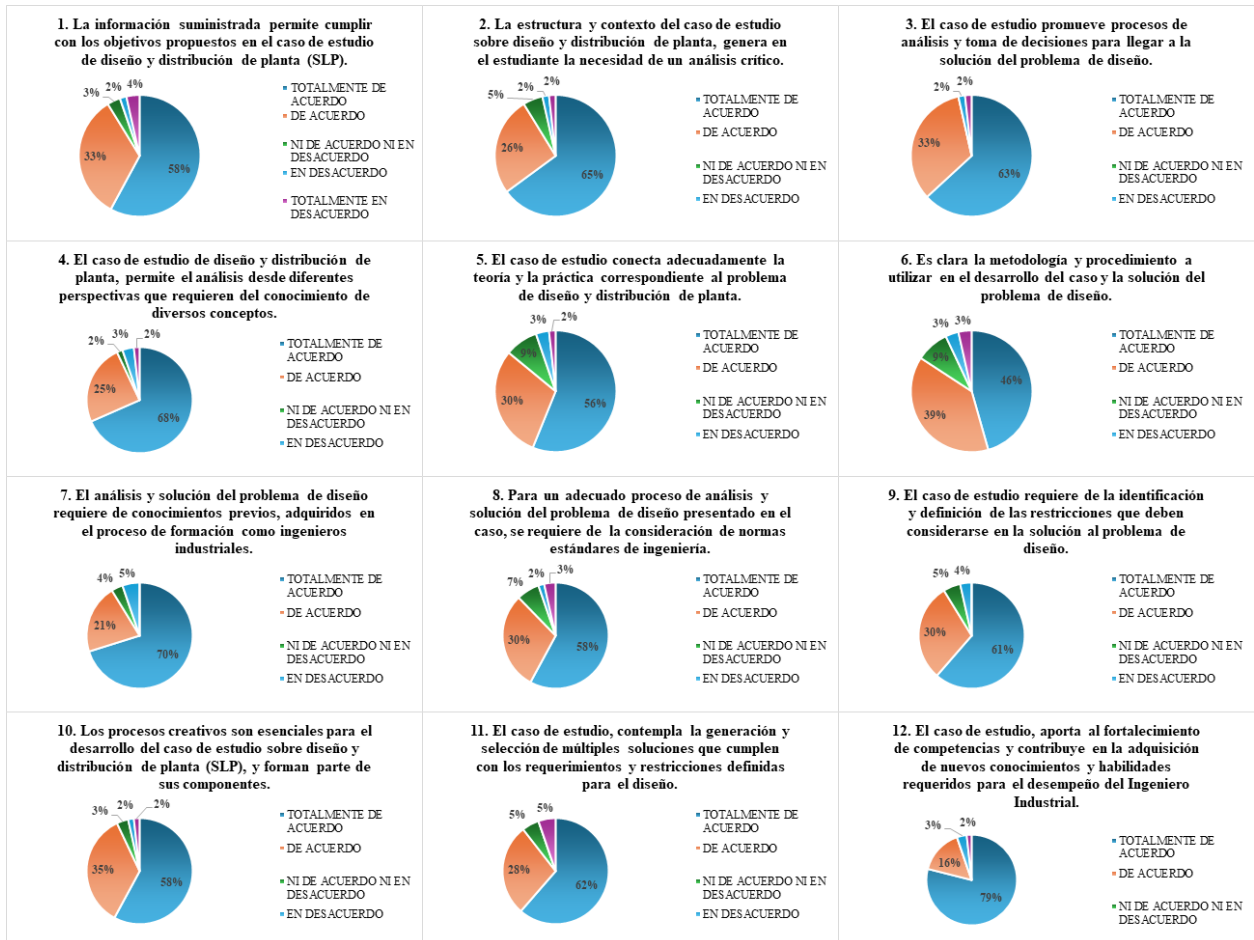
Al preguntarle a los estudiantes si creían que los casos de estudio de Diseño y Distribución de Planta, permite el análisis desde diferentes perspectivas que requieren del conocimiento de diversos conceptos. El 68% expresaron estar “Totalmente de acuerdo” con dicha afirmación.

Igualmente, los estudiantes con un 56% indicaron estar “Totalmente de acuerdo”, en que los casos de estudio conectan adecuadamente la teoría con la práctica relacionada con el problema de Diseño y Distribución de planta. Esto sugiere una percepción positiva sobre cómo se vinculan los conocimientos teóricos con su aplicación práctica.

Existe una percepción de que la metodología y los procedimientos utilizados en el desarrollo de los casos de estudio y la solución del problema de diseño son claros y adecuados, con un 46% de estudiantes estando “Totalmente de acuerdo”, con esta afirmación. Además, el 80% de estudiantes se encontraron “Totalmente de acuerdo” en que el análisis y la solución del problema de diseño requieren conocimientos previos adquiridos en la formación como ingenieros industriales. Esto indica su la importancia de la formación académica en el campo específico del Diseño y Distribución de Planta. Estos resultados se aprecian con mayor claridad en la Figura 20.

Figura 20

Resultados obtenidos del formulario presentado en Moodle.



En resumen, los resultados indican una recepción positiva de los casos de estudio en términos de cumplimiento de objetivos, promoción de habilidades analíticas y de toma de decisiones. Sin embargo, también revelan algunas áreas a mejorar como la necesidad de análisis crítico o la claridad de ciertos conceptos metodológicos.

En relación a la segunda parte del formulario de Moodle, que corresponde a una pregunta abierta, donde se solicita a los estudiantes expresar recomendaciones o sugerencias que puedan mejorar la experiencia y proceso de aprendizaje, a partir de la estrategia del caso de estudio de Diseño y Distribución de Planta, se concluyó que una de las sugerencias más recurrentes es la

necesidad de conectar los casos de estudio con situaciones reales incluyendo visitas a empresas para observar distribuciones de planta en la práctica.

Los estudiantes también sugirieron utilizar métodos más interactivos para presentar la información, como diagramas, imágenes y mapas mentales, junto con capacitaciones y tutorías sobre el uso de herramientas como Visio y SketchUp.

Otra de las recomendaciones más frecuentes fue la necesidad de recibir retroalimentación continua entre etapas, durante el desarrollo de los casos de estudio, lo cual ayudaría a evitar modificaciones o correcciones en las fases finales. Además expresaron que sería más conveniente evitar que las fechas de entrega de cada etapa del caso de estudio no coincida con las semanas de parciales. También se sugirió proporcionar instrucciones más claras y detalladas para evitar confusiones, junto con una mayor variedad de problemas de distribución de plata para que los estudiantes puedan elegir, y un aumento en la complejidad de los ejercicios presentados en clase, semejantes a los presentados en los parciales.

A pesar de las sugerencias de mejora, cabe resaltar que los estudiantes expresaron su satisfacción con la estructura actual de los casos de estudio, considerando que cumple con los objetivos de la asignatura y proporciona las competencias necesarias.

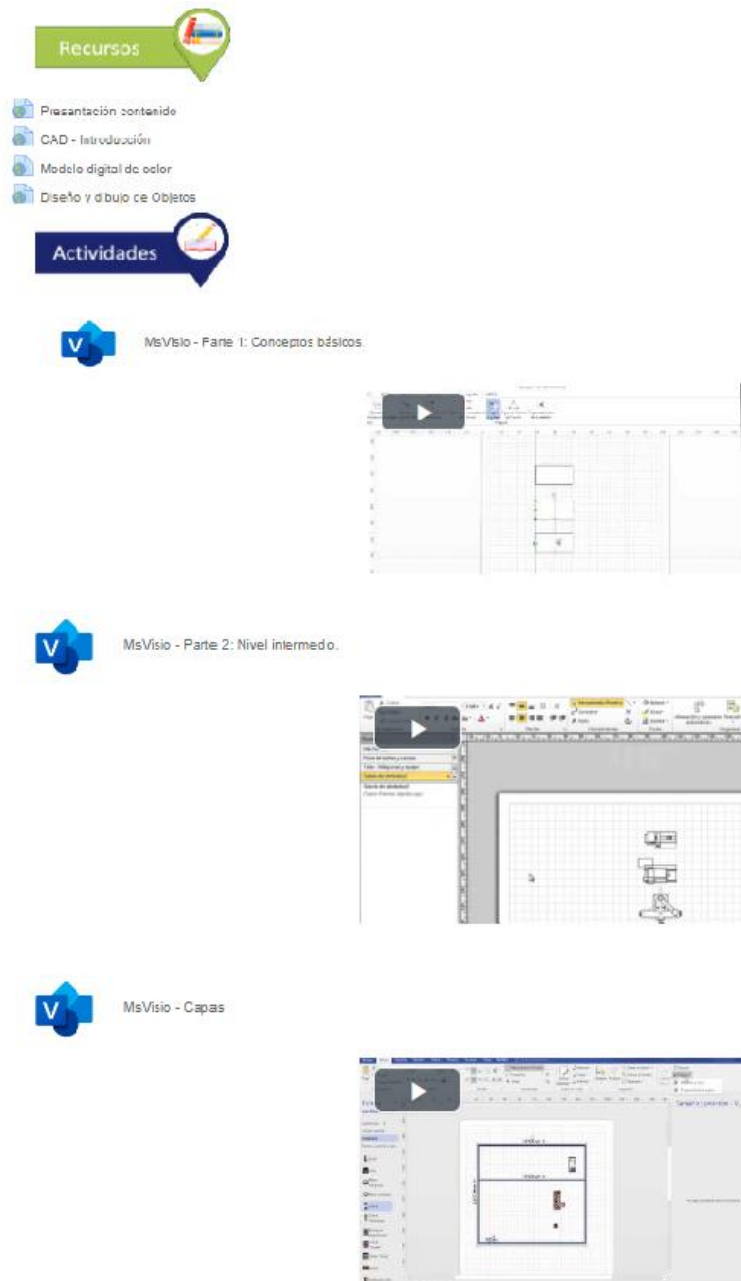
9. Herramientas TIC

Con el propósito de llevar un mayor control y desarrollo de la asignatura, se utiliza el aula virtual MOODLE, donde se presenta el contenido completo de la asignatura, incluyendo el sistema de evaluación, una breve descripción y los objetivos de la misma.

En la pestaña de “TRABAJO INDEPENDIENTE”, se dispone de una serie de instructivos y videos que explican el uso de MsVisio, enseñando sus herramientas básicas a través de ejercicios prácticos (ver Figura 21).

Figura 21

Instructivo manejo MsVisio.



The image displays a user interface for a learning management system. It features a green 'Recursos' (Resources) section with a list of items: 'Presentación contenido', 'CAD - Introducción', 'Modelo digital de color', and 'Diseño y dibujo de Objetos'. Below this is a blue 'Actividades' (Activities) section with a video icon. Three video thumbnails are shown, each with a play button and a title: 'MsVisio - Parte 1: Conceptos básicos', 'MsVisio - Parte 2: Nivel intermedio', and 'MsVisio - Capas'. Each video thumbnail shows a preview of the Microsoft Visio software interface with a grid and various shapes.

Recursos

- Presentación contenido
- CAD - Introducción
- Modelo digital de color
- Diseño y dibujo de Objetos

Actividades

MsVisio - Parte 1: Conceptos básicos

MsVisio - Parte 2: Nivel intermedio

MsVisio - Capas

Además, se incluye un taller que fortalece las habilidades necesarias para el desarrollo de los casos de estudios y para la formación del perfil del ingeniero industrial (ver Figura 22).

Figura 22

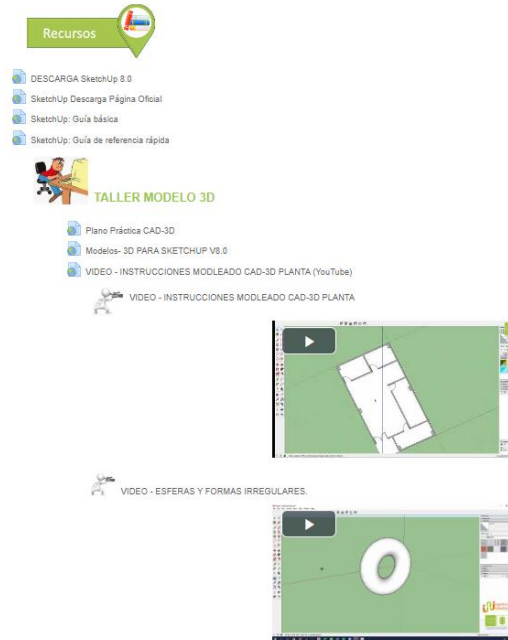
Taller aprendizaje MsVisio.



Finalmente, se encuentran recursos y videos guía enfocados en el uso de SketchUp, para que los estudiantes se familiaricen con los componentes de este (ver Figura 23).

Figura 23

Instructivo software SketchUp.



De este modo, al iniciar el desarrollo de los casos de estudio, a los estudiantes les resultará mucho más sencillo utilizar los programas de software En la sección de “DISTRIBUCIÓN DE PLANTA”, se sigue la ruta: DISEÑO DE PLANTA>>SLP, donde se encuentra todo lo relacionado con el desarrollo del proyecto de diseño. Los casos de estudio están organizados en etapas como se mencionó en puntos anteriores. En la primera sección se encuentra la “ENTREGA DEL INFORME TÉCNICO FINAL” del proyect, junto con instructivos para la descarga e instalación de los programas MsVisio y SketchUp (ver Figura 24).

Figura 24

Parte inicial para el desarrollo de los casos de estudio.

Actividades

PROYECTO DE DISEÑO

ENTREGA INFORME TÉCNICO TALLER SLP 2024-1

NEW

Módulo de entrega del informe técnico del proyecto de diseño y lista de chequeo ABET.
(Una sola entrega por cada equipo de trabajo)

Selección de Equipos - Proyecto de Diseño

Ingrese para seleccionar el equipo con el que desarrollará el taller de diseño. Si es el primer miembro del equipo en inscribirse, seleccione una opción de equipo que no tenga ningún integrante y sus demás compañeros seleccionarán el mismo.

ENTREGA MODELO 3D DE PLANTA PROYECTO DE DISEÑO

Módulo de entrega del modelo 3D de planta resultado del proyecto de diseño
(Puede ser desarrollado y entregado de manera individual)

Lista de chequeo "Capstone" ABET

INTRUCCIONES INFORME TÉCNICO TALLER SLP

INSTRUCTIVO PARA DESCARGAR MS. VISIO

DESCARGA SKETCHUP

En la Etapa A se presenta el “ENUNCIADO proyecto – Diseño y distribución de planta”, correspondiente a la guía del caso de estudio a tratar. También se incluye el plano inicial de la planta elaborado en MsVisio, junto con un “video guía taller Etapa A”, que explica con ejemplos, como desarrollar cada punto de la etapa. Además, se proporciona un video sobre la “generación de informes en MsVisio”, necesario para completar uno de los puntos de la Etapa D. Finalmente, se dispone de la sección de “ENTREGA EVIDENCIA ETAPA A”, donde los estudiantes deben adjuntar sus resultados (ver Figura 25).

Figura 25

Presentación Etapa A en Moodle.

Etapa A

ENUNCIADO Proyecto - Diseño y distribución de planta
Enunciado Proyecto de Diseño - 2024-1

Plano de planta
Diagramas de operaciones y plano de planta con distribución actual.

Vídeo guía taller Etapa A

GENERACIÓN DE INFORMES EN MAVISIO

ENTREGA EVIDENCIA ETAPAA

[Solamente uno de los integrantes del equipo hace el envío.]

Para el envío de:

- Informe con los resultados de la ETAPAA.

Será conveniente para permitir una mejor revisión que adjunten además:

- Archivo MaVisio con el desarrollo de los diagramas de recorrido para la generación de informes.
- Archivo Excel con resultados del informe generado desde MaVisio.

En la Etapa B, se añade la segunda etapa del proyecto. Al igual que en la Etapa A, se encuentra el “ENUNCIADO proyecto – Diseño y distribución de planta – etapa B. Un video guía, explicando con ejemplos sobre el desarrollo de los puntos expuestos, y una sección para la entrega de evidencias de la etapa (ver Figura 26).

Figura 26

Presentación Etapa B en Moodle.

Etapa B

ENUNCIADO Proyecto - Diseño y distribución de planta - etapa B
Enunciado Proyecto de Diseño - 2024-1, incluye etapa A y etapa B

Vídeo guía taller Etapa B

Formato Etapa B

Formato para DESCARGAR diligenciar con los resultados del proceso. Es la evidencia que deben enviar.

En la Etapa C, se introduce la guía para el “CÁLCULO DE SUPERFICIES DE GUERCHET”. Además, se presentan los “MODELOS 3D – SKETCHUP”, necesarios para implementar este método, y una “PLANTILLA ESTACIÓN DE TRABAJO”, para crear los centros de trabajo de cada proceso. También se ofrece acceso a la “GALERÍA DE OBJETOS” en MsVisio, útil para la creación de los centros de trabajo. Como en las etapas anteriores, se incluye un video guía y una sección para la entrega de evidencias de la Etapa C (ver Figura 27).

Figura 27

Presentación Etapa C en Moodle.



En la Etapa D, se proporciona la guía completa del caso de estudios, acompañada de su video guía, y la sección correspondiente para la entrega de evidencias de la Etapa D (ver Figura 28).

Figura 28

Presentación Etapa D en Moodle.



La utilización del aula virtual Moodle para la gestión de la asignatura, junto con la organización detallada de las etapas de los casos de estudio, proporciona a los estudiantes un entorno de aprendizaje estructurado y accesible. El uso de herramientas como MsVisio y SketchUp, apoyado por videos tutoriales y guías paso a paso, no solo facilita la comprensión de los conceptos técnicos, sino que también refuerza las habilidades prácticas necesarias para su aplicación en el campo del diseño de planta. Esta combinación de recursos digitales y metodologías por etapas asegura un aprendizaje más eficiente y autónomo, preparando mejor a los estudiantes para su futura práctica profesional.

10. Conclusiones.

- El análisis de las diversas estrategias enseñanza-aprendizaje permite identificar las metodologías más adecuadas para cada tema y las habilidades que desarrollan. La combinación de estas estrategias con el cuestionario VARK mejora la selección de la metodología más efectiva.
- La implementación de casos de estudio en el Diseño y Distribución de Planta (SLP) ha tenido resultados positivos por parte de los estudiantes, promoviendo efectivamente las habilidades analíticas y de toma de decisiones.
- El desarrollo de proyectos enfocados en la educación, requieren una previa planeación en la aplicación pedagógica, didáctica y tecnológica, ya que debe adaptarse a las necesidades de los estudiantes y se alinee con la metodología del docente; para alcanzar los resultados de aprendizaje esperados.
- La implementación de tutorías y capacitaciones sobre herramientas como lo son MsVisio y ScketchUp, generando en los estudiantes habilidades técnicas necesarias para abordar los casos de estudio de manera efectiva.

11. Recomendaciones.

- Ampliar la gama de casos de estudio empleados en el semestre, para incluir una mayor variedad de situaciones industriales y organizar visitas a empresas para observar distribuciones de planta reales. Proporcionando a los estudiantes una visión más amplia de los desafíos industriales.
- Implementar un sistema de retroalimentación continua durante el desarrollo de los casos de estudio, permitiendo a los estudiantes recibir orientación y corregir errores en etapas tempranas del proceso, lo que mejorará la calidad del trabajo final.
- Aunque un alto porcentaje de los estudiantes se mostró satisfecho con el material de estudio y la metodología empleada en la asignatura Diseño de Sistemas Productivos, de igual manera se identificaron áreas específicas donde la comprensión podría mejorarse.
- Incorporar métodos de enseñanza interactivos, para aumentar la motivación y el compromiso de los estudiantes, facilitando una comprensión más profunda de los temas tratados.

Referencias

- Bermúdez Rodríguez, F., y Fueyo Gutiérrez, M. A. (2018). Transformando la docencia: usos de las plataformas de e-learning en la educación superior presencial. *Revista Mediterránea De Comunicación*, 9(2), 259-274. 10.14198/MEDCOM2018.9.2.6
- Betancourt, A. M. (1996). *El taller educativo*. Coop. Editorial Magisterio.
- Bicocca, M. (2018). Competencias, capacidades y Educación Superior. Repensando el desarrollo humano en la universidad. *Estudios Sobre Educación*, 34, 29-46. 10.15581/004.34.29-46
- Blanco Fernandez, A. (2009). *Desarrollo y evaluación de competencias en educación superior*. Narcea Ediciones.
- Coll, C. (2014). *Desarrollo, aprendizaje y enseñanza en la educación secundaria*. Ministerio de Educación y Formación Profesional de España.
- Costa, V. A., Di Domenicantonio, R. M., y Vacchino, M. C. (2010). Material educativo digital como recurso didáctico para el aprendizaje del Cálculo Integral y Vectorial. *Unión Revista Iberoamericana De Educación Matemática*, 6(21), 173-185. <https://union.fespm.es/index.php/UNION/article/view/1052>
- Estrada García, J., y Pilco Morocho, M. A. (2014). *La indagación metodológica como estrategia didáctica para el desarrollo de las clases de laboratorio de química del tercer semestre de la escuela de ciencias: biología, química y laboratorio, periodo 2012- 2013*.

Fernández, F. A. (2004). *Didáctica: teoría y práctica* Editorial Pueblo y Educación.

<https://www.perlego.com/book/3588465/didctica-teora-y-prctica-pdf>

Fernando Velázquez, M. L. (2015). Estudio y análisis de metodologías docentes adecuadas para el desarrollo de competencias genéricas en los títulos de Grado de Ingeniería Industrial.10.35376/10324/12009

García Gómez, R. A., Quiñones Segura, C. A., Vagnoni Mondragón, E., Montealegre Melo, K. P., y Triana Guzmán, N. D. (2020). *Resultados de la implementación del aprendizaje basado en retos aplicado a ingeniería en el politécnico grancolombiano*.

<https://doi.org/10.26507/ponencia.778>

García Rodríguez, J. J., y Cañal de León, P. (1995). ¿Cómo enseñar? Hacia una definición de las estrategias de enseñanza por investigación. *Investigación En La Escuela*, (25), 5-16.

<https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=116901>

George Reyes, C. E., y Avello Martínez, R. (2021). Competencias digitales para la práctica docente en pregrado en dos universidades latinoamericanas. *Edmetic*, 10(1), 1-19.

<https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=7874486>

Gonzalez Ferreras, J. M., y Wagenaar, R. (2003). *Tuning Educational Structures in Europe*.

Informe final. Fase I. (). <https://dialnet.unirioja.es/servlet/libro?codigo=733259>

Johnson, D. W., Johnson, R. T., y Holubec, E. J. (1999). *El aprendizaje cooperativo en el aula*.

Paidós SAICF.

- Littlejohn, A., y Buckingham Shum, S. (2003,). Reusing Online Resources: A Sustainable Approach to eLearning. *Journal of Interactive Media in Education*10.5334/2003-1-reuse-01
- Mesa, J. M., Álvarez, J.,V., Villanueva, J. M., y de Cos, F.,J. (2008). Actualización de Métodos de Enseñanza-Aprendizaje en Asignaturas de Dirección de Proyectos de Ingeniería. *Formación Universitaria; Form.Univ*, 1(4), 23-28. 10.4067/S0718-50062008000400004
- Morffe, A. (2010). Las TIC como herramientas mediadoras del aprendizaje significativo en el pregrado: una experiencia con aplicaciones telemáticas gratuitas. *Revista De Artes Y Humanidades UNICA*, 11(1), 200-219.
<https://www.redalyc.org/pdf/1701/170121894009.pdf>
- Oviedo, P. E. (2015). *Estrategias para la enseñanza y el aprendizaje en la educación superior*. Universidad de la Salle.
- Pérez Rodríguez, V. M., Jordán Hidalgo, E. P., & Salinas Espinosa, L. G. (2018). Didáctica del aula invertida y la enseñanza de física en la universidad técnica de ambato. *Mikarimin. Revista Científica Multidisciplinaria*, 4(3), 111-126.
<https://revista.uniandes.edu.ec/ojs/index.php/mikarimin/article/view/1340>
- Puerto Ortega, A. F. (2018). *Diseño y desarrollo de objetos de aprendizaje basado en la plataforma Lego Mindstorns para la asignatura Diseño de Sistemas Productivos*.

Román Suero, S., Ledesma Cano, B., Gañán Gómez, J., y Calderón Godoy, M. (2015).

Implementación de PBL en la asignatura de termodinámica técnica. Diseño y evaluación.

Universidad Politécnica de Cartagena.

Sánchez González, M., y Zambrano Miranda, D. (2021). *#Dienlínea UNIA: guía para una*

docencia innovadora en red. Universidad Internacional e Andalucía.

Serrano Guerrero, R. (2020). Aplicación de las tic en la enseñanza del electromagnetismo para carreras de ingeniería. *Informática Y Sistemas*, 4(1), 27-33.

10.33936/isrtic.v4i1.2281

Terenzano, I., Fornari, J., Liberatori, H. P., Sosa Zitto, R., y Rossini Scarlata, J. A. (2022).

Aprendizaje basado en retos: una estrategia para la integración de saberes en asignaturas de proyecto final de carreras de ingeniería. *Revista Difusiones*, 23(23), 5-29. <https://doi.org/10.5281/zenodo.7865483>

Tristancho Ortiz, J. A., Fuentes López, H. J., y Contreras Bravo, L. E. (2017). Uso de las

herramientas informáticas educativas para la enseñanza de la resistencia de

materiales. *Revista Virtual Universidad Católica Del Norte*, (50), 299-321.

Valdeni de Lima, J., y Menegais, D. (2014). *Objetos de aprendizaje multimodales : diseños y*

aplicaciones. Editorial UOC.

Vilca Arana, M. (2017). El ABP en la enseñanza de los estudiantes del III ciclo de la Facultad

de Ingeniería Industrial y Civil del curso de Química de la Universidad Alas Peruanas.

Repositorio De Tesis - UNMSM,

<https://cybertesis.unmsm.edu.pe/handle/20.500.12672/5833>

Visbal Cadavid, D., Mendoza Mendoza, A., & Diaz Santana, S. (2017). Estrategias de aprendizaje en la educación superior. *Sophia*, 13(2), 70-81. <http://dx.doi.org/10.18634/sophiaj.13v.2i.461>