



**Aprendizaje experiencial en la gestión de la cadena de suministro: Un enfoque práctico basado
en un caso aplicado**

JULIETH ANDREA ARROYAVE ARCILA

Trabajo de grado

Asesor

Sergio Augusto Ramírez Echeverri

UNIVERSIDAD EAFIT
ESCUELA DE CIENCIAS APLICADAS E INGENIERÍA
MAESTRÍA EN INGENIERÍA
MEDELLÍN
2024

Agradecimiento

Este trabajo de grado, titulado "Aprendizaje experiencial en la gestión de la cadena de suministro: Un enfoque práctico basado en un caso aplicado", ha sido posible gracias al apoyo y la colaboración de muchas personas e instituciones a quienes deseo expresar mi más sincero agradecimiento.

A la Universidad EAFIT y al Departamento de Ingeniería de Diseño de Producto, por proporcionar un entorno académico de excelencia y por su compromiso constante con la educación integral.

A mi director de tesis, por su invaluable orientación, paciencia y sugerencias que han sido cruciales para el desarrollo y culminación de este proyecto.

A mi familia y amigos, por su constante apoyo, ánimo y comprensión a lo largo de este proceso.

CONTENIDO

pág.

0. INTRODUCCIÓN.....	9
1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	12
2. JUSTIFICACIÓN.....	14
3. OBJETIVOS.....	16
3.1. GENERAL	16
3.2. ESPECÍFICOS	16
4. MARCO CONCEPTUAL	17
5. DISEÑO METODOLÓGICO O METODOLOGÍA	24
5.1. ENFOQUE CUALITATIVO.....	24
6. MATERIALES Y MÉTODOS.....	25
7. RESULTADOS.....	32
7.1 CONTEXTUALIZACIÓN.....	32
7.2 SESIONES PRÁCTICAS	32
7.3 FINALIZACIÓN SESIONES PRÁCTICAS	39
8. TERMINOLOGÍA.....	47
9. CONCLUSIONES.....	48
10. RECOMENDACIONES.....	50
REFERENCIAS.....	53
ANEXOS	56

LISTA DE TABLAS

pág.

Tabla 1. Características de los vehículos	26
Tabla 2. BOM vehículo C2000	27
Tabla 3. BOM vehículo A3000	27
Tabla 4. Información producto en tienda.....	30
Tabla 5. Transporte.....	30
Tabla 6. Tiempos de ensamble A3000	33
Tabla 7. Tiempos de ensamble C2000	33
Tabla 8. Dispersión tiempos operativos	34
Tabla 9. Resultados juego V-logistics	36
Tabla 10. Pronóstico de demanda por estudiantes	36
Tabla 11. Datos iniciales de operación.....	37
Tabla 12. Datos escenario 2	38
Tabla 13. Respuesta pregunta 5.....	42
Tabla 14. Encuesta aprendizaje activo y experiencial en operaciones.....	44

LISTA DE FIGURAS

	pág.
Fig 1. Ciclo de Aprendizaje de Kolb.....	18
Fig 2. Algunas actividades de aprendizaje experiencial	19
Fig 3. Proceso de ensamble C2000	28
Fig 4. Proceso de ensamble A3000	29
Fig 5. Red logística AAA Cars.....	31

LISTA DE GRÁFICAS

	pág.
Gráfica 1. Tiempos de ensamble	34
Gráfica 2. Resultado respuesta 1.....	41
Gráfica 3. Resultado respuesta 2.....	41
Gráfica 4. Respuesta pregunta 4.	42
Gráfica 5. Respuesta pregunta 6.	43
Gráfica 6. Respuesta pregunta 7.	44
Gráfica 7. Respuesta pregunta 8.	44
Gráfica 8. Dispersión de respuestas.	45

LISTA DE ANEXOS

	pág.
Anexo A. Carro A3000.....	56
Anexo B. Carro C2000.....	56
Anexo C. Identificación lista de materiales	57
Anexo D. Ensamble de vehículos en la fábrica de aprendizaje de la universidad EAFIT.	58
Anexo E. Registro de tiempos ensamble.	59
Anexo F. Puestos de trabajo, línea de ensamble, Grupo 1.	60
Anexo G. Puestos de trabajo, línea de ensamble, Grupo 2.	61
Anexo H. Informes juego V-logistics.....	62
Anexo I. Consentimiento publicación imágenes estudiantes Ingeniería de diseño.	65

Resumen

Este trabajo de grado quiere representar a través de un análisis cualitativo cómo se pueden cerrar las brechas de aprendizaje de los estudiantes de Ingeniería de Diseño de Producto de la Universidad EAFIT para ejercer en el mundo laboral. Se enfoca en la necesidad de mejorar la preparación de los estudiantes para enfrentar desafíos reales en la gestión de la cadena de suministro y se basa en la variabilidad y complejidad de la demanda, representadas por las distribuciones normal y uniforme, para modelar escenarios logísticos que permita a los estudiantes entender y manejar la incertidumbre y optimizar procesos, lo cual es crucial en entornos industriales. El presente trabajo reside en la integración de experiencias prácticas, como el ensamblaje de carros con fichas de *Estralandia*® y la simulación de la red logística en la plataforma V-logistics. Estas actividades proporcionan un aprendizaje activo y experiencial, permitiendo a los estudiantes conocer conceptos teóricos en un entorno controlado y simulado. A través de la contextualización de conceptos clave como la Lista de Materiales (BOM), procesos operativos, y la toma de tiempos. Estas actividades son esenciales para la formación integral de los estudiantes, preparándolos para la gestión eficiente de operaciones.

Los objetivos de este trabajo incluyen mejorar la comprensión de la variabilidad de la demanda, optimizar los procesos de producción y desarrollar habilidades estratégicas en la gestión logística. La metodología combina sesiones teóricas y prácticas, incluyendo la toma de tiempos y la simulación de casos operativos. Con los resultados obtenidos, se evidencia una mayor destreza en habilidades prácticas y una mayor capacidad de los estudiantes para tomar decisiones fundamentadas, optimizando recursos y disminuyendo costos durante el ejercicio práctico. Este enfoque holístico contribuye a cerrar las brechas de aprendizaje y preparar a los estudiantes para el éxito en el ámbito laboral.

Palabras clave: Aprendizaje activo y experiencial, Cadena de suministro, Simulación, Optimización.

0. INTRODUCCIÓN

La transición del mundo académico al mundo profesional puede ser un desafío para los recién graduados, ya que a menudo enfrentan una brecha significativa entre el conocimiento teórico que adquirieron en la universidad y las habilidades prácticas requeridas en el lugar de trabajo [1]. Según un estudio publicado en el *Journal of Higher Education*, alrededor del 60% de los graduados consideran que hay una notable discrepancia entre las habilidades adquiridas durante sus estudios y las competencias requeridas en el entorno laboral. Esta brecha se atribuye a menudo a la falta de experiencia práctica durante la formación académica [2].

Los graduados a menudo tienen expectativas poco realistas sobre el mercado laboral y la industria; por lo tanto, pueden sentirse decepcionados o poco preparados [3] es por ello por lo que los planes de estudio de educación superior deben dar a los estudiantes la oportunidad de desarrollar habilidades y conocimientos específicos de la industria o relevantes [4]. Lo anterior puede representar un reto para las instituciones educativas, ya que esto sugiere una reinversión en la estrategia educativa, un estudio realizado por [5] en el Reino Unido, discute que seguramente tendría sentido que las universidades redirigieran algunos de sus recursos de las iniciativas basadas en las aulas que buscan desarrollar las habilidades de empleabilidad a aumentar la formación y la experiencia basadas en el empleo, y/o la participación de los empresarios en los cursos, ya que se encontró que afectan positivamente a las perspectivas inmediatas de los graduados en el mercado laboral y, por lo tanto, apoyan a los graduados en la etapa de transición hacia el empleo [5].

Está comprobado que las personas aprenden más efectivamente a través de la práctica activa en lugar de solo observación. Según un estudio publicado en el *Journal of Applied Psychology*, el aprendizaje activo, que involucra la participación directa y práctica, mejora significativamente la retención de información y el desarrollo de habilidades en comparación con métodos pasivos como la observación o la lectura [6]. De acuerdo con lo anterior, este trabajo de investigación se basa en la revisión literaria sobre el aprendizaje activo y experiencial, junto con la creación y aplicación de un caso práctico que fomente la interacción entre los estudiantes. Con este enfoque se integran conceptos teóricos con operaciones reales, brindando a los estudiantes la oportunidad de aplicar sus conocimientos en entornos simulados que reflejen situaciones reales de la industria.

Las curvas de aprendizaje (CA) han sido aplicadas con frecuencia en la administración de la producción y en diversos procesos logísticos de numerosas organizaciones manufactureras y de servicios. Sin embargo, los estudios sobre su empleo en toda la cadena de suministro (CS) son relativamente recientes. Este trabajo de grado se enfoca en cerrar las brechas de aprendizaje de los estudiantes de Ingeniería de Diseño de Producto de la Universidad EAFIT para su integración en el mundo laboral, utilizando las CA como herramienta clave. Realizar una actividad después de la primera vez implica aprendizaje como resultado de la experiencia, y este comportamiento, denominado CA, es una característica inherente a toda actividad organizada. El pionero en esta herramienta fue Wright, quien la aplicó en la construcción de aviones, observando que a medida que se repetían las operaciones, el tiempo de elaboración por unidad se reducía debido al efecto del aprendizaje. Este aporte llamó la atención de empresarios y académicos, quienes estudiaron su impacto en la productividad del trabajo, los costos y la calidad, así como su empleo en diferentes pronósticos. En el presente proyecto, se emplearán actividades prácticas como el ensamblaje de carros tipo Lego y simulaciones logísticas en plataformas como V-logistics, para contextualizar conceptos clave y mejorar las habilidades de planificación estratégica, gestión de inventarios y optimización de recursos de los estudiantes. La integración de metodologías teóricas y prácticas proporcionará un aprendizaje experiencial y activo, permitiendo a los estudiantes aplicar en entornos controlados los conocimientos teóricos adquiridos, y evaluando el impacto de las CA en la eficiencia operativa y la toma de decisiones estratégicas en la cadena de suministro [7].

La red logística y las operaciones es el tema central que se llevará a la simulación en este proyecto, ya que será aplicado en estudiantes que han recibido conocimientos teóricos sobre el tema. Una red logística se refiere a la estructura de nodos y enlaces que facilitan el flujo de bienes, servicios e información desde el punto de origen hasta el punto de consumo. Esta red incluye proveedores, centros de distribución, almacenes, centros de consolidación, puntos de venta y los canales de transporte que conectan estos elementos [8]. Con la ludificación de la red logística, se aplicarán conceptos de aprendizaje experiencial y activo, ya que, a través de la práctica y la simulación, los estudiantes pueden experimentar virtualmente con sistemas, evaluar el impacto de distintas variables y decisiones, y optimizar procesos sin los costos y riesgos asociados con la experimentación en el mundo real [9].

Esta tesis se fundamenta en una didáctica de operaciones por medio de un juego, en donde se crea una línea de ensamble de carros con fichas de *Estralandia*®, que comprende la interacción física de los estudiantes con los materiales a ensamblar, la toma de tiempos, la definición de puestos de trabajo, hasta

la simulación de la red logística en una plataforma llamada V-Logistics del TEC de Monterrey para la toma de decisiones en la administración de operaciones. Para definir lo anterior, se definen los modelos a ensamblar de acuerdo con el inventario disponible de las piezas de *Estralandia*® en el Warehousing Lab, se plantea un caso situacional de una cadena de suministro y se realiza una encuesta final del proceso a los estudiantes, para conocer la percepción del ejercicio.

Los diseños de los carros seleccionados parten de un trabajo de grado llevado a cabo en la Universidad EAFIT en donde participó el profesor Sergio Ramírez como coasesor [10]. El juego se concibe como una experiencia práctica para estudiantes de pregrado y se dejan las bases para los estudiantes de posgrado, con el objetivo de simular las operaciones, planificación de la producción y las operaciones en una empresa.

1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

¿Cómo cerrar las brechas de aprendizaje de los estudiantes de Ingeniería de diseño de producto de la Universidad EAFIT para ejercer en el mundo laboral?

En la actualidad, la formación de los estudiantes en el ámbito de la logística y la fabricación se enfrenta al desafío de ofrecer experiencias prácticas y atractivas que les permitan adquirir habilidades de análisis y toma de decisiones relevantes para el entorno laboral real. Por lo tanto, es necesario desarrollar un modelo de operaciones, permitiendo a los estudiantes sumergirse en un entorno simulado de fabricación que refleje de manera realista los desafíos y decisiones que enfrentarán en su futura vida laboral. De esta manera, se busca fomentar un acercamiento práctico y experiencial al ámbito laboral, brindando a los estudiantes las competencias y habilidades necesarias para destacarse en el campo de la logística y la gestión de operaciones.

El sector logístico requiere más eficiencia y calidad en sus operaciones, permitiendo que los procesos se apoyen en soluciones automatizadas y robotizadas para cumplir con las entregas de pedidos a los clientes de manera oportuna. En el área de aprendizaje, se resalta el gran impacto que tienen las tecnologías de la información y la comunicación (TIC) para los alumnos y docentes. La evolución hacia la cuarta revolución industrial ha impulsado la integración de sistemas de información gerencial con maquinaria mediante redes de comunicación e internet. En el ámbito de la logística, la utilización de robots y simulaciones avanzadas ha demostrado ser crucial para aumentar la velocidad de los procesos, reducir los reprocesos, incrementar la productividad y la calidad. Grandes empresas como las embotelladoras y la industria alimenticia han adoptado robots en sus procesos de embalaje con resultados positivos. Por ejemplo, en 1997 Japón destacaba en la industria automotriz, atribuyendo su éxito a métodos de fabricación basados en la automatización y la robótica. Actualmente, Japón cuenta con 323 robots por cada 10,000 personas, lo que refleja su enfoque en la integración de tecnología en la fabricación. Por tal motivo, los estudiantes que se enfrentan al mundo laboral deben estar preparados para los grandes retos que tiene la industria integrando tecnología avanzada en su aprendizaje [11].

Un porcentaje significativo de estudiantes reporta que la transición del ámbito académico al laboral presenta desafíos inesperados [2], además, con frecuencia, las estrategias de mejora de procesos en operaciones se centran en enfoques fragmentados, abordando cada componente de manera individual y

sin tener en cuenta las interrelaciones dentro de la cadena de suministro [12]. Esta desconexión evidencia un problema en la aplicación de la teoría a la práctica en el campo de las operaciones y la logística, particularmente entre los estudiantes de Ingeniería de Diseño de Producto de la Universidad EAFIT.

2. JUSTIFICACIÓN

En la Universidad EAFIT, los estudiantes de Diseño de Producto se enfrentan a un desafío significativo al transitar del entorno académico al mundo laboral. Esta transición frecuentemente revela brechas de aprendizaje que dificultan su desempeño y adaptación en entornos industriales reales. La problemática identificada radica en la insuficiencia de habilidades prácticas y pensamiento sistémico, fundamentales para la toma de decisiones y la optimización de procesos en el ámbito profesional.

El pensamiento sistémico es una competencia crucial en el diseño de productos, ya que permite a los profesionales entender y mejorar los procesos integrales que componen un sistema productivo. Desarrollar esta habilidad en los estudiantes no solo facilita la identificación y solución de problemas complejos, sino que también promueve la innovación y la eficiencia en la gestión de proyectos y recursos.

La implementación de modelos logísticos simulados se presenta como una solución innovadora y efectiva para cerrar estas brechas de aprendizaje. Estos modelos ofrecen un entorno seguro y controlado donde los estudiantes pueden experimentar con diferentes escenarios y estrategias, comprendiendo cómo las decisiones impactan el sistema en su totalidad. Este enfoque experiencial permite:

- **Comprensión integral de procesos:** Los estudiantes aprenden a ver el panorama completo de un sistema de producción, identificando interdependencias y efectos colaterales de las mejoras implementadas.
- **Desarrollo de habilidades prácticas:** A través de la simulación, los estudiantes pueden aplicar teorías y conceptos en situaciones cercanas a la realidad industrial, fortaleciendo sus competencias prácticas.
- **Toma de decisiones informadas:** Al experimentar con distintos escenarios y resultados, los futuros diseñadores desarrollan una base sólida para la toma de decisiones informada y estratégica en el entorno laboral.

El comercio, como sector vital de la economía, depende en gran medida de la eficiencia y calidad en la producción y distribución de bienes y servicios. Mejorar la formación de los estudiantes de Diseño de Producto tiene un impacto directo en este sector al:

- Aumentar la competitividad: Profesionales mejor preparados contribuyen a la creación de productos innovadores y procesos eficientes, mejorando la competitividad de las empresas a nivel nacional e internacional.
- Satisfacción de necesidades Sociales: Un diseño de producto más eficiente y adaptado a las necesidades del mercado permite una mejor atención a las demandas de la sociedad, mejorando la calidad de vida de los ciudadanos.
- Fortalecimiento del tejido Industrial: La inserción de profesionales capacitados y con una visión sistémica fortalece el tejido industrial, promoviendo la sostenibilidad y el crecimiento económico del país.

El desarrollo de modelos logísticos simulados para promover el pensamiento sistémico en los estudiantes de Diseño de Producto de la Universidad EAFIT es una estrategia pertinente y necesaria. Este enfoque no solo cierra las brechas de aprendizaje identificadas, sino que también prepara a los estudiantes para enfrentar los desafíos del mundo laboral con una perspectiva integral y práctica. Además, contribuye al fortalecimiento del sector comercial y la economía nacional, generando beneficios tanto para los individuos como para la sociedad

Ante el problema identificado, se hace necesario desarrollar modelos logísticos simulados que promuevan el pensamiento sistémico entre los estudiantes de pregrado de la Universidad EAFIT. Estos modelos permitirán a los estudiantes comprender cómo las mejoras en un proceso pueden agregar valor al sistema en su conjunto. Además, este enfoque experiencial proporcionará una base sólida para la toma de decisiones en entornos industriales reales. La naturaleza de este trabajo es cualitativa.

3. OBJETIVOS

3.1.GENERAL

Desarrollar un prototipo que utilice el simulador interactivo V-logistic (TEC de Monterrey) y la fábrica de aprendizaje de la universidad EAFIT, para permitir a los estudiantes una experiencia práctica y experiencial que les permita desarrollar habilidades de análisis y toma de decisiones en un entorno simulado de fabricación, promoviendo un acercamiento al ámbito laboral real.

3.2.ESPECÍFICOS

- Desarrollar un caso de uso logístico que pueda ser replicado en la fábrica de aprendizaje de la Universidad EAFIT.
- Utilizar el laboratorio de aprendizaje para la construcción del producto, análisis de proceso, la toma de tiempos y la plataforma v-logistic del TEC de Monterrey, para analizar los resultados obtenidos durante la simulación de los casos prácticos.
- Realizar la simulación del caso práctico con la participación de estudiantes de pregrado de ingeniería de diseño de producto de la Universidad EAFIT. Proporcionando una experiencia práctica y experiencial que permita a los estudiantes comprender y aplicar los conceptos aprendidos en un entorno simulado.
- Recopilar datos durante el juego de los casos prácticos y analizar toma de tiempos para aprender a tomar decisiones.

4. MARCO CONCEPTUAL

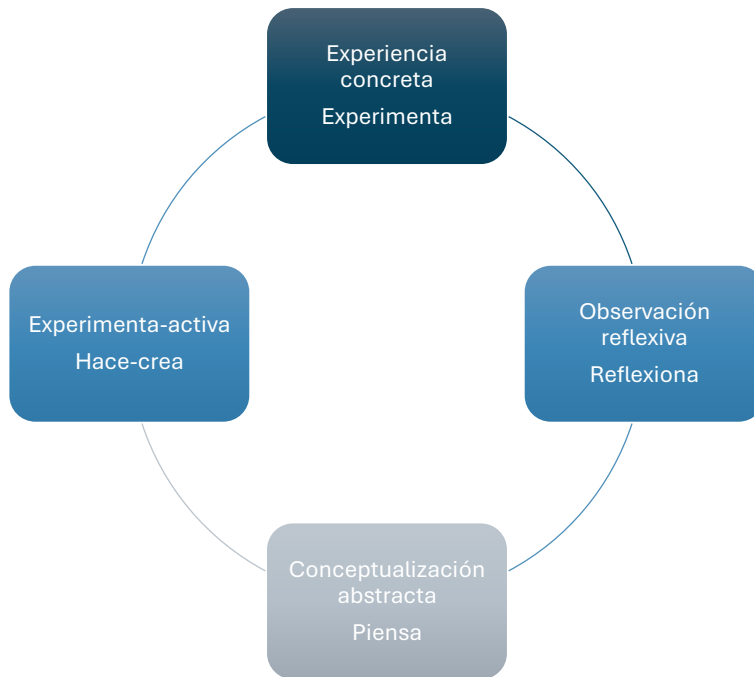
Para la realización del presente trabajo se realiza una revisión del estado del arte que permita conocer las investigaciones realizadas respecto al aprendizaje activo y experiencial y la toma de decisiones sistemáticas en la cadena de abastecimiento y proceso productivo.

El concepto base para el desarrollo de este trabajo es dar a conocer cómo el aprendizaje basado en la experiencia ayuda a desarrollar nuevas competencias y conocimientos más sólidos. En un estudio realizado a 462 estudiantes, se encontró que aquellos que estudian y trabajan al mismo tiempo, presentan un comportamiento laboral innovador más alto, que aquellos estudiantes que solo estudian [13].

En el centro de una educación eficaz se encuentra la necesidad de crear conocimiento en las disciplinas empresariales del mundo real con los desafíos cotidianos que se enfrentan en la práctica [14]. Es por ello que las universidades desempeñan un papel muy importante al momento de conferir herramientas y habilidades a los estudiantes para la toma de decisiones.

La universidad EAFIT y de acuerdo con la publicación en su revista *somos*, explica que el aprendizaje activo es contextualizado, y es allí donde guarda mayor proximidad con el aprendizaje experiencial [15]. Según Ferreiro 2020 el aprendizaje activo es aquel en el que los estudiantes se involucran en el proceso de aprendizaje y en actividades que requieren desarrollo de capacidades superiores como el análisis, la inferencia, la síntesis y la evaluación [16]. El aprendizaje experiencial hace parte del aprendizaje activo y busca que el estudiante adquiera un conocimiento integral, desde contextos naturales hasta inmersión en entornos simulados, proporcionando competencias corporales, socioemocionales y cognitivas [15]. Según Kolb [17], el aprendizaje experiencial implica un ciclo de cuatro etapas:

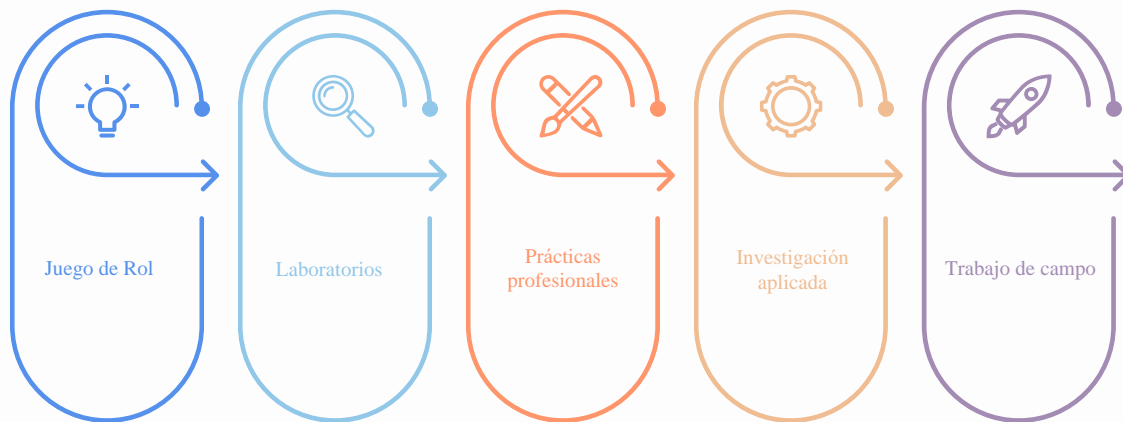
Fig 1. Ciclo de Aprendizaje de Kolb



Fuente: D. Kolb, *Experiential Learning: Experience As The Source Of Learning And Development*, vol. 1. 1984.

La importancia del aprendizaje activo y experiencial radica en su capacidad para fomentar un aprendizaje profundo y significativo, promover el desarrollo de habilidades prácticas y críticas, y mejorar la retención y transferencia del conocimiento [17]. Crear un entorno de aprendizaje experiencial, puede parecer algo complejo, pero existen diversas formas de aplicarlo [15] tales como:

Fig 2. Algunas actividades de aprendizaje experiencial



Fuente: Elaboración propia, basada en revista somos [15]

Haciendo énfasis en algunas de ellas, Blumenfeld et al. define que el aprendizaje basado en proyectos es una estrategia de aprendizaje activo que involucra a los estudiantes en la resolución de problemas del mundo real, trabajando en proyectos que son relevantes y significativos para ellos. Los estudiantes adquieren conocimientos y habilidades a través de la investigación, la colaboración y la aplicación práctica de lo que aprenden en la resolución de problemas específicos [18].

De acuerdo al objetivo de este trabajo de grado, que es crear un juego que permita la toma de decisiones, y a la revisión literaria realizada, se encuentra que este tipo de aprendizaje se enmarca en juegos de roles o De simulación de un caso es una estrategia educativa que involucra a los estudiantes en la representación de roles o situaciones específicas, donde enfrentan desafíos y toman decisiones que imitan situaciones de la vida real. A través de esta experiencia práctica, los estudiantes adquieren conocimientos, habilidades y actitudes, y reflexionan sobre sus acciones y los resultados obtenidos, lo que les permite desarrollar una comprensión más profunda y significativa del tema en cuestión [19].

Ahora bien, teniendo claro el concepto y los beneficios que generan en los estudiantes el aprendizaje activo y experiencial, es necesario acentuar los conceptos sobre cadena de abastecimiento y procesos productivos, esto debido a que el juego realizado, será basado en una simulación de un proceso productivo de ensamble de vehículos.

La cadena de abastecimiento, también conocida como cadena de suministro, se refiere al conjunto de procesos y actividades interconectadas que involucran la producción, el almacenamiento y la distribución de bienes o servicios desde el punto de origen hasta el consumidor final. Incluye todas las etapas desde la adquisición de materias primas hasta la entrega del producto final al cliente, así como la gestión de información y la coordinación de todas las partes involucradas en el flujo de productos o servicios [20].

De acuerdo con Chopra, hay varios factores importantes en la cadena de suministro que influyen en su eficacia y eficiencia, una de ellas es la gestión de la demanda [20]. Comprender y prever la demanda del mercado de manera precisa es fundamental para optimizar la cadena de suministro y evitar excedentes o faltantes de inventario. La gestión de la demanda implica el uso de técnicas como el pronóstico de ventas y el análisis de tendencias para anticipar las necesidades del cliente [21]. La definición del pronóstico de la demanda implica estimar la cantidad de productos o servicios que los clientes comprarán en el futuro, lo cual es fundamental para la planificación y la toma de decisiones en la cadena de suministro [20].

En la cadena de suministro, se pueden identificar varios tipos de demanda que pueden influir en las decisiones de planificación y gestión, demanda independiente, demanda dependiente, demanda estacional, demanda intermitente, demanda anticipada, demanda derivada [20]. Para conocer qué tipo de demanda se presenta en cada empresa, es necesario conocer los datos y hacer un análisis estadístico de los mismos [22]. Las distribuciones estadísticas se utilizan para modelar la variabilidad de la demanda y ayudar en la generación de los pronósticos [20]. Reconocer que la demanda tiene diferentes distribuciones estadísticas implica reconocer que los datos de demanda pueden seguir diferentes patrones de distribución, y que seleccionar la distribución adecuada es fundamental para realizar pronósticos precisos y tomar decisiones informadas en la gestión de la cadena de suministro [23].

Existen varias distribuciones estadísticas que se pueden utilizar para modelar la demanda y a su vez la oferta en la gestión de la cadena de suministro [22].

- Distribución normal.
- Distribución de Poisson
- Distribución exponencial
- Distribución binomial
- Distribución uniforme

- Distribución Erlang
- Distribución de Weibull

Para la elaboración de este trabajo de grado, haremos énfasis en dos tipos de distribuciones estadísticas, distribución normal y la distribución uniforme que se utilizan comúnmente para modelar directamente la demanda en la gestión de la cadena de suministro [24].

Distribución normal: También conocida como la ley de Gauss o campana de Gauss, es una distribución de probabilidad continua que se caracteriza por tener una forma de campana simétrica alrededor de su media. Esta distribución es ampliamente utilizada en estadística debido a su propiedad de describir la variabilidad de muchos fenómenos naturales y sociales [25].

Para el pronóstico de la demanda, la distribución normal se utiliza a menudo para modelar la variabilidad de la demanda alrededor de un valor central (la media), lo que permite a los analistas calcular intervalos de confianza y evaluar la probabilidad de que la demanda futura se encuentre dentro de ciertos rangos. Sin embargo, es importante tener en cuenta que la demanda real puede no seguir estrictamente una distribución normal, especialmente en entornos donde hay factores externos que pueden influir en el comportamiento del cliente [26].

La distribución normal es fundamental en la gestión de la cadena de suministro por su capacidad para modelar la variabilidad de la demanda alrededor de un valor central (media) [27]. Esto permite:

- **Pronóstico preciso:** Facilita el cálculo de intervalos de confianza y la evaluación de la probabilidad de demanda futura.
- **Simplicidad analítica:** Sus propiedades matemáticas simplifican el análisis y la optimización de inventarios y recursos.
- **Aplicabilidad empírica:** Aunque no todas las demandas siguen una distribución normal, muchas pueden aproximarse a esta, especialmente en la demanda agregada.

Distribución uniforme: Es un modelo de distribución de probabilidad en el que cada valor dentro de un rango tiene la misma probabilidad de ocurrencia. En otras palabras, todos los valores posibles dentro del

rango tienen la misma densidad de probabilidad. [22]. En este modelo, se supone que la cantidad demandada por unidad de tiempo permanece constante sin importar el momento en que se realice la medición [20]. La distribución uniforme es útil en situaciones de alta incertidumbre o información limitada, donde todos los valores posibles de la demanda tienen la misma probabilidad [27]. Sus beneficios incluyen:

- **Modelado equitativo:** Representa adecuadamente escenarios donde la demanda es impredecible y equitativamente distribuida.
- **Simplicidad:** Facilita el análisis inicial y la toma de decisiones en contextos de alta variabilidad.
- **Flexibilidad:** Es adecuada para simular escenarios experimentales y extremos, como en el caso del ensamble de carros con fichas de Estralandia®.

El uso de las distribuciones normal y uniforme permite a los estudiantes de Ingeniería de Diseño de Producto de la Universidad EAFIT:

- **Desarrollar habilidades avanzadas:** Aplicar conceptos de variabilidad y probabilidad en la toma de decisiones logísticas.
- **Gestionar incertidumbres:** Desarrollar habilidades en la gestión de riesgos y adaptación a condiciones cambiantes.

Estas distribuciones proporcionan una base sólida para entender y aplicar metodologías estadísticas en la logística, cerrando las brechas de aprendizaje y preparando a los estudiantes para el mundo laboral.

En este juego, recreará una línea de ensamble de carros con fichas de *Estralandia*®, en donde se implementará la producción en línea, que de acuerdo con Chase, Jacobs & Aquilano, es un método de fabricación en el cual los productos se elaboran de manera continua y sin interrupciones a lo largo de una línea de producción [28] así mismo, el ideal es utilizar la metodología justo a tiempo, de la cual fue pionera Toyota, este sistema se basa en la producción solo cuando se requiere, en la cantidad requerida y en el momento requerido, con el objetivo de reducir el tiempo de entrega, el inventario en proceso y los costos asociados [29]. En un sistema de producción como este los productos se fabrican a través de una serie secuencial de estaciones de trabajo, donde cada estación realiza una tarea específica en el proceso de fabricación. Este enfoque permite una producción eficiente y repetible al dividir el proceso en pasos manejables y especializados, lo que facilita la estandarización y la optimización del flujo de trabajo [30].

Para el desarrollo final del caso propuesto, también se hace necesario realizar una toma de tiempos de la operación, la cual sirve para medir y analizar el tiempo requerido para realizar cada tarea en el proceso de producción. (No va, no se hizo mejora, se puede utilizar más como recomendación) Esto es crucial para identificar oportunidades de mejora en la eficiencia y eliminar el desperdicio de tiempo, lo que contribuye a optimizar el flujo de trabajo y reducir los tiempos de ciclo [31]. Los tiempos que se tomarán en este proceso, serán por observación directa y sistemática de las actividades realizadas por los jugadores en cada etapa del proceso. Esto puede implicar el uso de cronómetros para registrar el tiempo dedicado a cada tarea individualmente, así como la recopilación de datos sobre el movimiento y la distancia recorrida por los trabajadores, que según Stevenson, W. J., & Hojati, M. esta es la mejor forma para tomar tiempos [32].

5. DISEÑO METODOLÓGICO O METODOLOGÍA

5.1. ENFOQUE CUALITATIVO

La elección de un enfoque cualitativo para este trabajo se fundamenta en la necesidad de comprender en profundidad las experiencias, percepciones y comportamientos de los estudiantes involucrados en las simulaciones operativas. Este tipo de metodología permite capturar la riqueza de los datos subjetivos, como las opiniones y actitudes de los participantes, que resultan fundamentales para entender no solo el rendimiento en términos cuantitativos, sino también los factores cualitativos que influyen en las decisiones tomadas durante el proceso.

El enfoque cualitativo es particularmente útil en este caso, ya que nos interesa explorar cómo los estudiantes interactúan con las herramientas de simulación, cómo internalizan los conocimientos adquiridos y cómo sus respuestas a situaciones operativas reflejan su comprensión del entorno empresarial.

El paso a paso de la metodología a emplear para este enfoque es el siguiente:

1. Realizar una revisión literaria respecto al aprendizaje activo y experiencial, y sobre la toma de tiempos y la gestión de cadenas productivas.
2. Familiarizarse con la plataforma v-logistic del TEC de Monterrey, herramienta especializada en simulación de operaciones logísticas, para posteriormente implementar la simulación del caso operativos.
3. Definir dos modelos de ensamble de carros *Estralandia*® que representen diferentes configuraciones de líneas de ensamble, incluyendo los proveedores de materia prima y la venta de producto terminado.
4. Definir la lista de materiales, BOM por sus siglas en inglés (Bill of Materials).
5. Realizar la toma de tiempos de las operaciones involucradas en los modelos de ensamble definidos, con el fin de obtener datos sobre los tiempos de ejecución de cada proceso. Esta toma de tiempos y definición de los procesos de ensambles, se realizarán en la fábrica de aprendizaje de la Universidad EAFIT.

6. Implementar la simulación del caso en la plataforma V-Logistic, considerando escenarios de demanda y variabilidad en algunas condiciones del proceso. Esto permitirá a los estudiantes interactuar con el simulador y tomar decisiones operativas basadas en los resultados obtenidos.

6. MATERIALES Y MÉTODOS

1. Se definieron 2 modelos de carros, A3000 y C2000, compuestos por 12 y 11 fichas respectivamente tal como se observa en la tabla 1, suministradas por la empresa *Estralandia*® y almacenadas en el Warehousing Lab de la Universidad EAFIT. Los modelos ensamblados se encuentran en el *Anexo A y B*.
2. Los modelos de carros ensamblados, fueron presentados y entregados a los estudiantes de Ingeniería de diseño, para que hicieran la respectiva lista de materiales para cada modelo. Los datos se encuentran en las tablas 2 y 3. La evidencia de este trabajo de campo se observan el *Anexo C*.
3. Los estudiantes de ingeniería de diseño, estuvieron en el laboratorio de aprendizaje, allí definieron los puestos de trabajo de la línea de ensamble (*Anexo D y F*), procedieron a ensamblar 24 carros y a tomar los tiempos de las operaciones definidas por cada estación de trabajo. El registro de los tiempos tomados se encuentran en el anexo E.
4. Los datos obtenidos en el ejercicio práctico realizado por los estudiantes, se tuvieron en cuenta para realizar la caracterización del caso logístico, el cual se explica a continuación.

4.1 Caso de operaciones y logística:

La empresa AAA Cars, pertenece al sector automotriz, tiene su planta de operaciones en Cartagena, Bolívar, Colombia y su actividad productiva es ensamblar carros de media y alta gama, actualmente cuenta con dos modelos en el mercado, uno de ellos es el modelo A3000 clasificado como carro gama alta y el C2000 de gama media.

Su capital de trabajo es de \$2.000.000 y su tasa de depreciación es del 0%. Su período de actividad se mide semanal, es decir, opera 52 semanas al año y tiene 1 sólo turno. Cuenta con gastos fijos por concepto de arrendamiento, salarios, servicios por \$1.200.000 y sus ventas semanales son en promedio de \$124.000.

Las características de los vehículos se observa en la tabla 1.

Tabla 1. Características de los vehículos

Vehículo	Peso (g)	Volumen (cm3)	Cantidad de Partes por vehículo (un)	Costo	Precio venta	Inv. inicial en Fábrica (un)
C2000	1000	1215	11	\$ 1.570	\$ 1.963	13
A3000	1200	1512	12	\$ 2.500	\$ 3.038	11

Fuente: Elaboración propia

La BOM (Bill of Materials) o Lista de materiales, es un documento fundamental en la gestión de la producción y la fabricación [33], proporciona una lista detallada que enumera todos los componentes, partes, subensambles y materiales necesarios para fabricar un producto final [28] su utilidad es múltiple, sirve para la planificación de la producción, el control de inventario, costeo del producto, gestión de proveedores, calidad y control de la producción [33].

Para este caso de operaciones, la BOM para cada vehículo se observa en la tabla 2 y 3.

BOM Vehículo C2000

Tabla 2. BOM vehículo C2000

Referencia	Descripción	Volumen (cm3)	Costo	Inventario Inicial (un)
1001	Estra naranja 16 pts	16	\$ 400	106
1002	Estra naranja 8 pts	8	\$ 200	218
1003	Estra gris 4 pts	4	\$ 100	112
1004	Estra naranja 2 pts	2	\$ 50	44
1005	Triangulo negro	8	\$ 20	263
1006	Estra gris 8 pts	8	\$ 200	517
1007	Estra naranja 4 pts	4	\$ 100	65
1008	Estra negro eje 4 pts	4	\$ 120	210
1009	Media llanta	8	\$ 80	392
1010	Rin rojo	9	\$ 200	196
1011	Eje negro	1	\$ 100	1000

Fuente: Elaboración propia.

BOM Vehículo A3000

Tabla 3. BOM vehículo A3000

Referencia	Descripción	Volumen (cm3)	Costo	Inventario Inicial (un)
1020	Estra amarillo 16 pts	16	\$ 400	87
1006	Estra gris 8 pts	8	\$ 250	517
1008	Estra negro eje 4 pts	4	\$ 150	210
1012	Estra gris 2 pts	2	\$ 50	164
1013	Estra rojo 8 pts	16	\$ 200	120
1014	Estra azul 8 pts	16	\$ 200	251
1015	Estra Plana rojo 2 pts	2	\$ 70	86
1011	Eje negro	1	\$ 150	1000
1016	Carenaje rojo	71,5	\$ 500	75
1017	Estra negro 2 pts	2	\$ 50	100
1018	Llanta ancha	75	\$ 160	123
1019	Rin verde	48	\$ 250	123

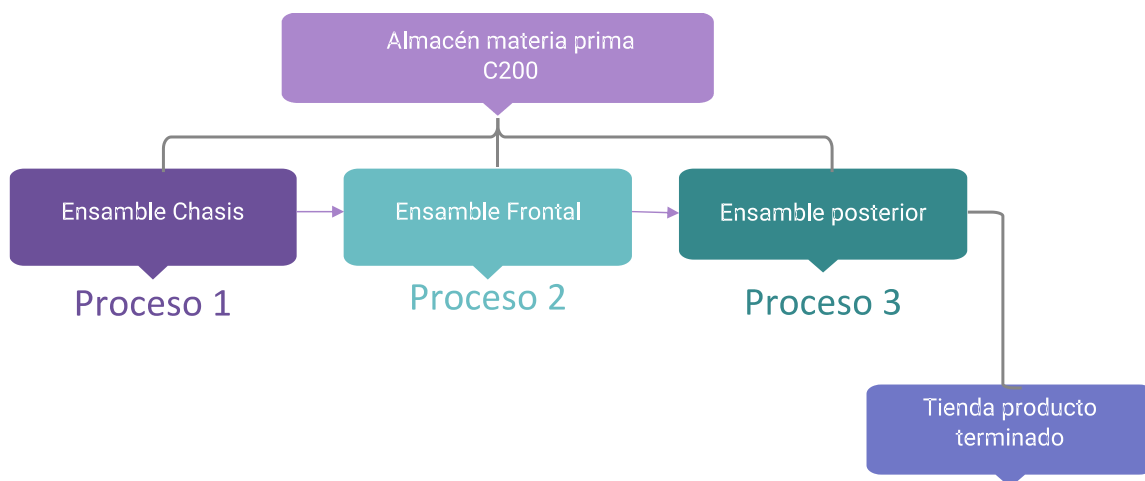
Fuente: Elaboración propia.

AAA Cars cuenta con dos proveedores ubicados en Japón y otro en Australia, tiene una fábrica de producción y una tienda. El proveedor de Japón suministra las partes para el ensamble del vehículo A3000, la calidad de este proveedor es entre el 97% y 100%, tiene promesa de envío inmediata y su lead time es de una semana, además su disponibilidad en unidades está entre 100 un y 110 un (distribución normal), por lo general asegura su disponibilidad de 105 unidades por período de tiempo y una desviación estándar de 1,66. El costo de cada material se puede observar en la tabla 3.

El proveedor de Australia, provee las partes para el vehículo C2000, con promesa de envío de una semana después de realizado el pedido, más el tiempo de transporte de 1 semanas, la calidad de sus partes oscila entre 80% y 87% y la disponibilidad está entre 200 y 500 unidades, tiene una distribución uniforme, es decir, la probabilidad de que el proveedor envíe la cantidad entre ese intervalo es la misma. El costo de cada material se puede observar en la tabla 2.

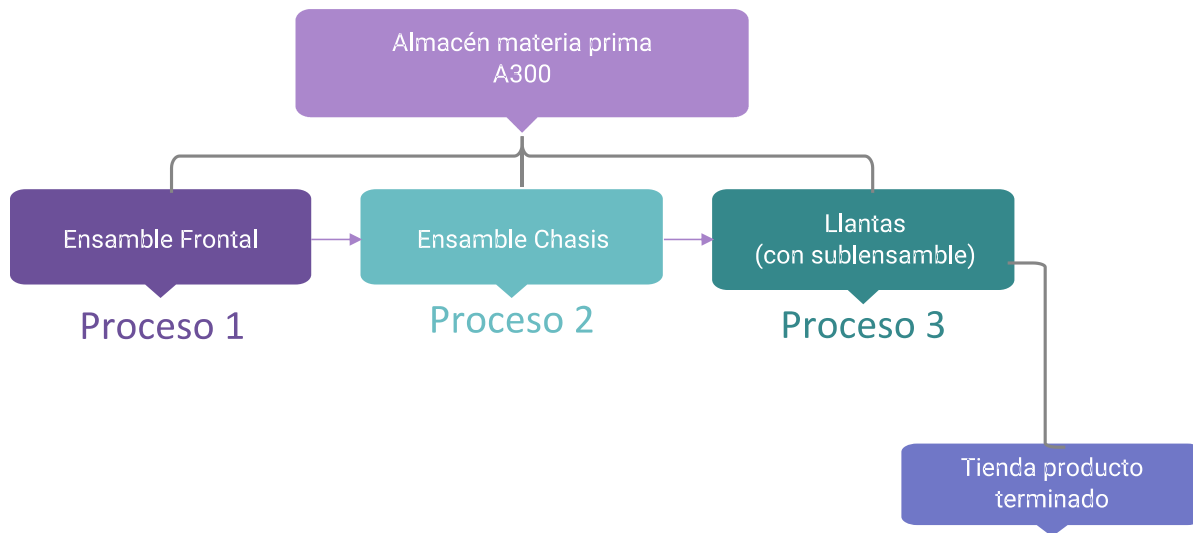
La planta de producción recibe materia prima de ambos proveedores y luego envía el producto final directamente a la tienda. El costo de ensamble en cada proceso es de \$1,17 por unidad. La modalidad de ensamble de estos vehículos es en una línea de producción en serie, la cual tiene una capacidad de 2820 minutos por semana y en la misma línea de producción se ensamblan ambos modelos. Para esta operación se recomiendan establecer 3 puestos de trabajo para cada vehículo, tal como se observa en la en las fig. 3 y 4. Es importante aclarar que el docente o estudiante, está en la capacidad de terminar los puestos de trabajo de la línea de ensamble que considere necesarios para la operación.

Fig 3. Proceso de ensamble C2000



Fuente: Elaboración propia.

Fig 4. Proceso de ensamble A3000



Fuente: Elaboración propia.

Una vez definidos los puestos de ensamble por cada vehículo y de acuerdo a que la persona que jugará asume el rol de administrador de toda la operación, se hace necesario que tome los tiempos de producción de cada estación de trabajo y así determine el tiempo total de ensamble por vehículo.

La fábrica tiene una capacidad de almacenamiento de 250.000 cm³ y en caso de superada dicha capacidad, la empresa cuenta con un proveedor alternativo que tiene capacidad disponible de almacenamiento y su costos de almacenamiento es de \$200 por unidad. Así mismo, en la tabla 1 el inventario inicial disponible de producto terminado en fábrica y en la tabla 2 y 3 se puede observar la cantidad inicial de materia prima con la que cuenta la planta, su calidad puede oscilar entre los porcentajes por proveedor, es decir, entre 97% y 100% para la materia prima provista por el proveedor de Japón y 80% y 86% para la materia prima suministrada por el proveedor de Australia.

En la tienda se establece una demanda con distribución normal con su respectiva desviación estándar, para ambos vehículos, esta es una medida de dispersión o variabilidad de un conjunto de datos. Proporciona una indicación de cuánto se desvían los valores de un conjunto de datos respecto a su media [34]. Esta tienda tiene unos costos fijos de \$60.000. Presenta estacionalidad en el mes de Diciembre y ambos productos registran un aumento en las unidades vendidas, hasta de un 10%. De igual forma por datos históricos se calcula una proyección anual de crecimiento para cada producto, esta información se encuentra en la tabla 4.

Tabla 4. Información producto en tienda

Vehículo	Ocupación en Tienda	Precio de venta	Inventario inicial en tienda	Demanda	Media	Proyección crecimiento	Prob. de aumento venta en temporada	Ciclos Temporada alta
C2000	6075	\$ 1.963	5	19	1	1%	10%	1
A3000	7560	\$ 3.038	5	25	1	1%	10%	1

Fuente: Elaboración propia

El transporte de todos los materiales se divide en dos frentes, inbound, que es la llegada de materia prima desde proveedor hasta la planta de producción y el outbound, que es la distribución del producto final a la tienda. Esta empresa no cuenta con transporte de última milla. En la tabla 5 se muestra la información para ambas modalidades de transporte.

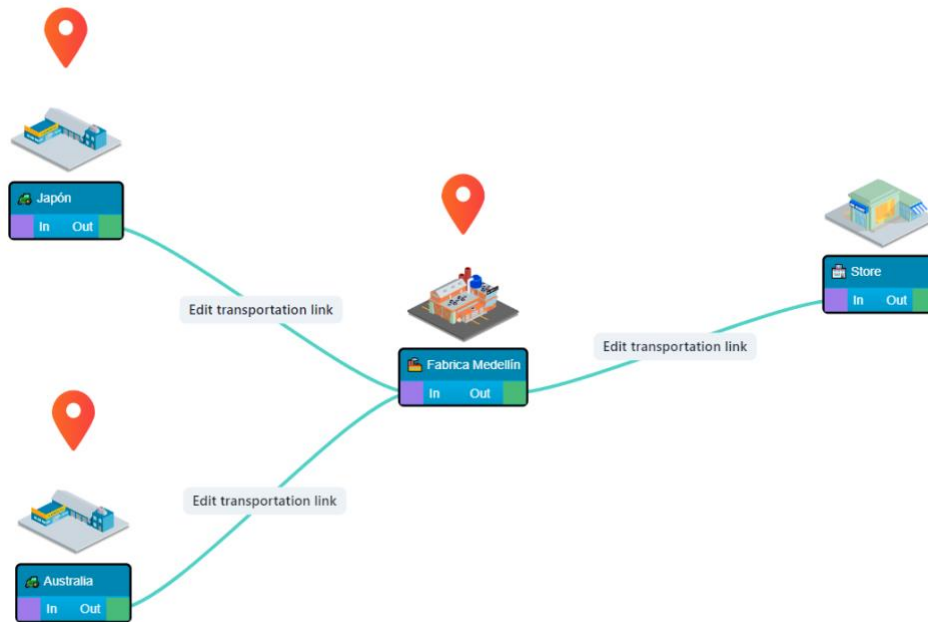
Tabla 5. Transporte

Origen	Destino	Tipo de Vehículo	Costo fijo por unidad	Dimensión (Cm3)	Cantidad de Vehículos	Duración del trayecto
Japón	Cartagena	Barco	1000	30000	1	1
Australia	Cartagena	Barco	900	30000	1	1
Cartagena	Cartagena	Camión	100	12150	1	1
Cartagena	Cartagena	Camión	150	15120	1	1

Fuente: Elaboración propia.

5. El caso de operaciones anteriormente expuesto es representando y configurado como una red logística en la plataforma V-logistics, Fig. 5. Allí se configura la caracterización de los proveedores, la fábrica y la tienda. Los datos estadísticos encontrados por los estudiantes en el laboratorio sirven de información para la caracterización de la fábrica y los costos de esta.

Fig 5. Red logística AAA Cars



Fuente: Red logística realizada en la plataforma V-logistics.

6. Una vez realizada la configuración del caso en la plataforma, los estudiantes de ingeniería de diseño de la universidad conforman 3 equipos de 5 personas cada uno, crean usuarios y acceden a V-logistic. Inician el juego y proceden a simular 5 semanas, en cada período se deben tomar diversas decisiones, como cuánta materia prima pedir a proveedor, cuántos vehículos fabricar y cuántos vehículos enviar a la tienda, con el propósito de obtener un buen rendimiento al final de cada semana o período.
7. Una vez finalizado el juego, los grupos de estudiantes, pasan realizar un análisis de las decisiones tomadas y de cómo se comportó la operación, posteriormente realizan un informe de los resultados obtenidos en las 5 semanas jugadas y sacan las conclusiones al respecto.

7. RESULTADOS

7.1 CONTEXTUALIZACIÓN

Antes de ejecutar las sesiones prácticas, se llevó a cabo una contextualización del trabajo de grado a los estudiantes de Ingeniería Diseño de Producto de la Universidad EAFIT, donde se presentaron conceptos claves como lista de Materiales (BOM), procesos operativos, toma de tiempos, red logística y operaciones.

Posteriormente, se organizó una sesión práctica en la fábrica de aprendizaje de la Universidad EAFIT, donde los estudiantes tuvieron la oportunidad de realizar el ensamble de carros tipo Lego, registrar tiempos de operación y definir los procesos de la línea de producción. Los resultados de esta actividad fueron positivos, ya que se observó un entendimiento claro en los temas abordados, permitiendo a los estudiantes aplicar en un entorno práctico los conocimientos teóricos adquiridos previamente. Las evidencias de esta actividad se encuentran en el Anexo D.

7.2 SESIONES PRÁCTICAS

Se crearon dos equipos de trabajo entre los estudiantes, ambos definieron y realizaron el proceso de ensamblaje por separado y al observar la diagramación de los puestos de ensamble de cada grupo (anexo F y G) se encuentra que entre ambos, existe una similitud en la secuencia del proceso productivo, este resultado muestra que ambos equipos que han recibido la teoría de operaciones han adquirido un entendimiento sólido y consistente de los principios fundamentales del ensamblaje y la gestión de operaciones. Esta similitud indica que los estudiantes comprendieron los conceptos clave como el balanceo de líneas, la eficiencia en el uso del tiempo y recursos, y la importancia de seguir una secuencia lógica y optimizada en el proceso productivo. Además, este ejercicio práctico demostró la relevancia y aplicabilidad de los conceptos teóricos aprendidos en clase, permitiendo a los estudiantes experimentar de primera mano los desafíos y soluciones en un entorno controlado y simulado. A través de esta

experiencia, los estudiantes pudieron ver cómo las decisiones en el diseño y la gestión de la línea de ensamble impactan directamente en la eficiencia y productividad del proceso.

Los tiempos de producción para cada vehículo y proceso de la línea de ensamble, fueron definidos por los estudiantes de ingeniería de diseño, después de definir los procesos para ensamblar cada vehículo. El tiempo promedio encontrado para el ensamble de cada modelo se observa en la tabla 6 y 7.

Tabla 6. Tiempos de ensamble A3000

A3000	Promedio (seg)
Proceso 1 (Ensamble Frontal)	30,72
Proceso 2 (Chasis)	46,60
Proceso 3 (Llantas)	36,32
Tiempo total	113,65

Fuente: Elaboración propia

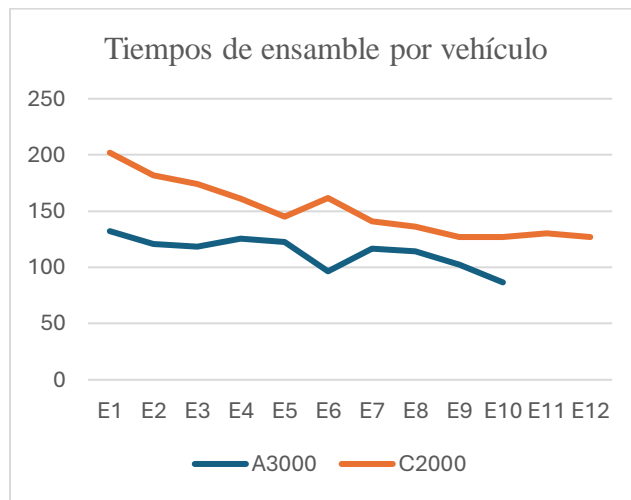
Tabla 7. Tiempos de ensamble C2000

C2000	Promedio (seg)
Proceso 1 (Chasis)	53,25
Proceso 2 (Frontal)	75,10
Proceso 3 (Posterior)	22,85
Tiempo total	151,20

Fuente: Elaboración propia

Los tiempos del proceso de ensamble, tomados por los estudiantes en el laboratorio muestran una mejora significativa en cada ensamble de los vehículos, en la gráfica 1, se observa un comportamiento descendente de los datos a medida que se avanza en el ensamble de los vehículos lo que indica que a través de la práctica se van adquiriendo habilidades de mejora y optimización de procesos. La reducción en los tiempos de ensamble no solo refleja una mayor destreza manual, sino también una mejor comprensión de la secuencia óptima de operaciones y la importancia del flujo de trabajo.

Gráfica 1. Tiempos de ensamble



Fuente: Elaboración propia.

Los tiempos de ensamble de cada vehículo, tuvieron desviaciones estándar bastante altas, lo que indica una considerable dispersión en los datos por cada vehículo ensamblado. Esta variabilidad se refleja en la gráfica 1, donde se observa que los tiempos de ensamble fueron disminuyendo progresivamente a medida que se ensamblaban más carros.

Tabla 8. Dispersión tiempos operativos

Carro	Desviación	Varianza
A3000	13,67	186,98
C2000	24,92	619,50

Fuente: Elaboración propia.

Para el vehículo A3000, se obtiene una desviación estándar de 13,67 segundos y una varianza de 186,98 indican que, aunque hubo dispersión, los tiempos de ensamble comenzaron a estabilizarse más rápidamente en comparación con el C2000. Por otro lado, el C2000 presentó una desviación estándar de 24,92 minutos y una varianza de 619,50, indicando una mayor dispersión y variabilidad en los tiempos de ensamble. Esta mayor variabilidad puede deberse a varios factores, como una mayor complejidad en algunas etapas del ensamble, errores en el proceso o una menor experiencia del equipo con este modelo específico. No obstante, a medida que avanzaba el proceso de ensamble, se pudo observar una tendencia descendente en los tiempos, lo que sugiere que los equipos fueron aprendiendo y optimizando sus métodos de trabajo.

Finalmente, al realizar la simulación del caso operativo en la plataforma V-logistics por 5 semanas, se encuentra que los tres equipos tuvieron pérdidas al finalizar el ejercicio, lo cual es un resultado esperado, debido al estado inicial de la red logística, ya que había exceso de inventario, capacidad de la fábrica desbordada y ventas que no superan los gastos del ejercicio, además es necesario decir que no había un resultado bueno o malo, ya que el juego al ser un prototipo, pretende evaluar el proceso y la interacción con la operación, que el resultado obtenido. Se observa un comportamiento similar en los equipos en la toma de decisiones ya que, a partir de la segunda semana, los estudiantes comienzan a tomar decisiones diferentes, demostrando una comprensión más profunda de las dinámicas logísticas y operativas. En la primera semana, los equipos realizaron pedidos a los proveedores sin considerar las limitaciones de almacenamiento y los costos asociados con el exceso de inventario. Sin embargo, a medida que avanzaban en la simulación, se hicieron conscientes de las consecuencias de estas decisiones. Comprendieron que continuar haciendo pedidos a los proveedores, o hacerlo en grandes cantidades, afectaba negativamente la capacidad de almacenamiento de la fábrica, lo que resultaba en sobrecostos significativos al exceder la capacidad disponible.

Los estudiantes empezaron a adoptar un enfoque más estratégico y reflexivo, evaluando no solo la necesidad inmediata de materias primas, sino también las implicaciones a largo plazo de sus decisiones. Decidieron no hacer pedidos innecesarios o disminuir las cantidades solicitadas para evitar la acumulación de inventario y los costos adicionales asociados.

Los resultados de las decisiones tomadas durante el juego se observan en la tabla 9, donde se analiza cómo las diferentes estrategias impactaron los costos y la eficiencia operativa de cada equipo. Aunque todos los equipos enfrentaron pérdidas, el ejercicio les permitió experimentar de primera mano las complejidades y desafíos de la gestión de la cadena de suministro.

Tabla 9. Resultados juego V-logistics

Descripción procesos	Semana 1	Semana 2	Semana 3	Semana 4	Semana 5	Total general	Desviación	Promedio	Coefficiente Variación
Grupo 1	\$ 1.305.997,61	\$ 1.200.250,00	\$ 1.404.016,42	\$ 1.200.000,00		\$ 5.110.264,03	\$ 97.966,51	\$ 1.277.566,01	7,67%
Production orders of Fact	\$ 8.547,61	\$ -	\$ 9.366,42	\$ -		\$ 17.914,03			
Storage orders of Factory	\$ 1.297.200,00	\$ 1.200.000,00	\$ 1.394.400,00	\$ 1.200.000,00		\$ 5.091.600,00			
Transportation orders of f	\$ 250,00	\$ 250,00	\$ 250,00	\$ -		\$ 750,00			
Grupo 2	\$ 1.305.997,61	\$ 1.323.087,60	\$ 1.400.230,00	\$ 1.400.230,00	\$ 1.399.980,00	\$ 6.829.525,21	\$ 47.275,10	\$ 1.365.905,04	3,46%
Production orders of Fact	\$ 8.547,61	\$ 1.637,60	\$ -	\$ -	\$ -	\$ 10.185,21			
Storage orders of Factory	\$ 1.297.200,00	\$ 1.321.200,00	\$ 1.399.980,00	\$ 1.399.980,00	\$ 1.399.980,00	\$ 6.818.340,00			
Transportation orders of f	\$ 250,00	\$ 250,00	\$ 250,00	\$ 250,00	\$ -	\$ 1.000,00			
Grupo 3	\$ 1.204.990,77	\$ 1.381.924,08	\$ 1.399.740,00	\$ 1.345.762,67		\$ 5.332.417,52	\$ 88.311,94	\$ 1.333.104,38	6,62%
Production orders of Fact	\$ 4.740,77	\$ 474,08	\$ -	\$ 2.772,67		\$ 7.987,52			
Storage orders of Factory	\$ 1.200.000,00	\$ 1.381.200,00	\$ 1.399.490,00	\$ 1.342.740,00		\$ 5.323.430,00			
Transportation orders of f	\$ 250,00	\$ 250,00	\$ 250,00	\$ 250,00		\$ 1.000,00			
Total general	\$ 3.816.985,99	\$ 3.905.261,68	\$ 4.203.986,42	\$ 3.945.992,67	\$ 1.399.980,00	\$ 17.272.206,76			

Fuente: Elaboración propia.

Aunque el comportamiento de los gastos para los tres equipos no tuvo una tendencia descendiente que era el objetivo, validando los datos estadísticos de este ejercicio, se infiere que el grupo que tuvo la operación más estable es el grupo 2, con una desviación estándar menor que la de los demás y su coeficiente de variación estuvo en 3.46% sugiriendo que los estudiantes han aprendido a estandarizar y optimizar su trabajo, en comparación a los demás grupos.

En el planteamiento inicial del caso, de acuerdo con la caracterización de la red logística, se encontraban varias restricciones operativas, como la capacidad de almacenamiento de la fábrica, el lead time del proveedor, capacidad de producción, capacidad de transporte de producto terminado y la demanda de vehículos por semana. Teniendo en cuenta esto, los estudiantes tenían toda la información para que, con base a ello, calcularan el pronóstico de demanda, determinaran las limitaciones y de ahí procedieran a tomar decisiones operativas.

El cálculo de demanda realizado por los estudiantes se puede observar en la tabla 10, allí se tuvo en cuenta la distribución de los datos tal como se especificó en el planteamiento del caso.

Tabla 10. Pronóstico de demanda por estudiantes

Semana	A3000 Estudiantes	C2000 Estudiantes
1	26,69	19,94
2	26,83	19,88
3	26,96	19,83
4	27,10	19,77
5	27,24	19,71
Promedio	27,31	19,68
Desviación	0,41	0,17

Fuente: Elaboración propia.

El ejercicio presenta una diferencia respecto a los datos de demanda iniciales, esto debido a que la actividad se planteó para que los estudiantes entendieran el concepto de pronóstico de demanda.

Tabla 11. Datos iniciales de operación

Vehículo	Ensamble de carros con inv. Disponible	Carros iniciales en tienda	Inventario producto terminado en fábrica	Total Vehículos	Demanda pronosticada
C2000	14	5	13	32	5
A3000	21	5	11	37	8

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 11, se observa que, con el inventario inicial, se tiene suficiente materia prima para ensamblar los vehículos y cubrir la demanda del primer período, pero como se dijo anteriormente hay varias limitaciones que podrían afectar la operación y por ello es necesario plantear varios escenarios.

Escenario 1: De acuerdo con la restricción de capacidad de ensamble y asumiendo que la mitad del tiempo se fabrica el vehículo C2000 y la otra mitad el A3000. Se podrían ensamblar en total 9 y 12 unidades respectivamente y debido a que la capacidad de transporte de producto terminado son 10 unidades por tipo de vehículo, se podría tomar la decisión de ensamblar 10 unidades por cada referencia. y enviar inmediatamente a tienda. De esta forma se aprovecha el 100% de la ocupación del transporte, se minimiza el costo de almacenamiento en fábrica y se cubre la demanda estimada, esto implicaría también llenar la tienda de producto terminado, debido a que la demanda es menor a la oferta y tener costos de almacenamiento en tienda.

Escenario 2: Otra opción es tomar decisiones validando la demanda y la proyección de la misma, que son 5 y 8 unidades para los vehículos C2000 y A3000 respectivamente. De acuerdo a lo anterior, entonces todo el modelo estaría limitado por la demanda, por lo que la producción y envío de producto terminado estaría sujeto al comportamiento de la misma. Se recomendaría entonces para este escenario realizar pedido de materia prima a cada proveedor de acuerdo a las unidades necesarias para la producción y la decisión de producción sería así:

Tabla 12. Datos escenario 2

		Periodo				
Vehículo	Vehículos en tienda	1	2	3	4	5
A2000	5	10	5	0	5	5
C3000	5	7	9	11	3	8
	Producción de vehículos	2	3	4	5	
A2000	10	0	0	10	5	
C3000	10	10	10	0	13	

Fuente: Elaboración propia.

Escenario 3: Otra opción que se podría implementar es pedir a proveedor el total de inventario que pueda suministrar y llenar de inventario de materia prima la planta de producción y una vez superado el almacenamiento utilizar el espacio del proveedor externo, esto representaría un costo elevado de operación. De igual forma se podría producir a la máxima capacidad de la planta de ensamble y enviar cada semana 20 vehículos a la tienda que sería la limitación final del ejercicio.

Otro de los posibles escenarios, era que los estudiantes pudieran plantear mejoras en el proceso, una de ellas era incrementar la capacidad de almacenamiento de la fábrica a 300,000 cm³, optimizando el uso del espacio y reduciendo costos adicionales por almacenamiento externo. Para el proveedor de Australia, asegurar una disponibilidad de 300 unidades semanales, con una distribución uniforme, para mantener una producción estable y así lograr un proceso justo a tiempo.

Otro escenario planteado, es pedir cada semana una misma cantidad de unidades de materia prima al proveedor para optimizar el proveedor, así:

Proveedor de Japón:

Pedir 100 unidades por semana para el A3000, asegurando alta calidad (97%-100%) y minimizar el riesgo de recibir productos defectuosos.

Costo por unidad: \$400.

Costo semanal total: 100 unidades * \$400 = \$40,000.

Proveedor de Australia:

Pedir 200 unidades por semana para el C2000, dado el rango mínimo y la calidad variable (80%-87%).

Costo por unidad: \$200.

Costo semanal total: 200 unidades * \$200 = \$40,000.

Es importante resaltar que este es un caso prototipo y que por ello, los profesores u estudiantes que utilicen este juego como herramienta de aprendizaje, pueden modificar los datos iniciales del juego, con el fin de obtener los resultados deseados o de evaluar n escenarios posibles.

Este aprendizaje experiencial es muy valioso, ya que les brinda a los estudiantes la oportunidad de entender y aplicar conceptos teóricos en un entorno simulado, donde pueden ver las consecuencias directas de sus decisiones sin los riesgos asociados a un entorno real. Además, la experiencia adquirida les ayudará a ser más críticos y eficientes en la toma de decisiones, y es la base para desarrollar habilidades como la planificación estratégica, la gestión de inventarios y la optimización de recursos. En conjunto, estas habilidades permiten a los profesionales no solo mejorar la eficiencia y efectividad de las operaciones logísticas, sino también contribuir significativamente al éxito estratégico y la resiliencia de sus organizaciones en un entorno empresarial cada vez más exigente y volátil.

7.3 FINALIZACIÓN SESIONES PRÁCTICAS

Una vez terminadas las simulaciones de las 5 semanas y de acuerdo a los resultados que obtuvo cada equipo, procedieron a realizar un informe del juego (Anexo H). En estos informes se encuentra una notable similitud en las recomendaciones realizadas, ya que todos los equipos destacan la necesidad de plantear estrategias para la disminución de costos generados por la compra y almacenamiento de la materia prima.

Dicho informe permite también confirmar lo que se observó en la tabla 9, evidenciando cómo las diferentes decisiones tomadas por los equipos a lo largo de las semanas impactaron los costos y eficiencia operativa. Durante las primeras semanas, los equipos realizaban pedidos de materia prima sin considerar las limitaciones de almacenamiento y los costos asociados. Sin embargo, a medida que avanzaban en la simulación, se dieron cuenta de las implicaciones negativas de estas decisiones.

De hecho, los informes reflejan que, a partir de la segunda semana, los equipos comenzaron a ajustar sus estrategias, enfocándose en la reducción de compras innecesarias y en la optimización del uso del

inventario existente. Este cambio en las decisiones se debió al reconocimiento de que el exceso de inventario no solo ocupaba valioso espacio de almacenamiento, sino que también generaba sobrecostos significativos. Los equipos comprendieron que mantener un equilibrio adecuado entre la demanda y el suministro de materias primas era crucial para evitar gastos innecesarios y mejorar la rentabilidad.

Por último, se realizó una encuesta al final del ejercicio a los estudiantes de ingeniería de diseño, que en total fueron 16 personas, con el objetivo de conocer las percepciones de ellos respecto a la metodología utilizada. Estas fueron las preguntas y las respuestas obtenidas.

1. ¿Para qué sirve la lista de materiales?

El 94% de las personas respondieron: **Para la planificación de la producción, el control de inventario y costeo del producto.**

Gráfica 2. Resultado respuesta 1.

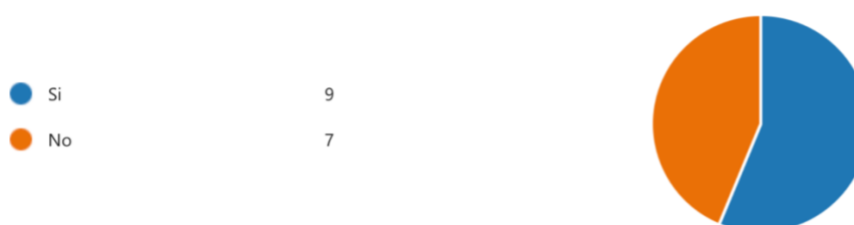


Fuente: Elaboración propia.

2. Antes del juego aplicado de los carros de *Estralandia*® ¿conocías cómo hacer una lista de materiales?

El 57% de las personas respondieron **Si** para esta pregunta.

Gráfica 3. Resultado respuesta 2.

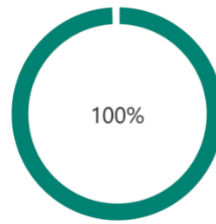


Fuente: Elaboración propia.

3. ¿Al definir los puestos de ensamble de la línea de producción, ¿tuviste en cuenta que las actividades estuvieran balanceadas?

100% de las personas respondieron **Si** para esta pregunta.

Gráfica 4. Respuesta pregunta 4.



Fuente: Elaboración propia.

4. ¿Para qué sirve la toma de tiempos?

Tabla 13. Respuesta pregunta 5

ID	Respuestas
1	Para evaluar el tiempo de producción en cada uno de los productos y lograr sacar un promedio por el cual guiarse para tomar decisiones
2	Para calcular el promedio de cuánto tiempo se demora tanto el ensamble total del producto terminado al igual que para conocer el tiempo de ensamble promedio de las diferentes partes por separado
3	Para saber que procesos se demoran más y saber en donde destinar donde dar más mano de obra. Saber cómo hacer el proceso más eficiente y ver cómo reducir tiempos.
4	Para sacar el promedio de tiempo y saber un aproximado de cuánto tiempo tarda construir un producto
5	Para establecer una estrategia de ensamble eficiente teniendo en cuenta la complejidad de ensamble.
6	Saber cuánto tiempo requiere ensamblar una pieza
7	Se está información es clave para entender la tarea o actividad que se está realizando. Posteriormente estos tiempos nos ayudan a encontrar otras incógnitas del proceso, y analizar si están bien distribuidas las tareas o si una persona está sobrecargada. Por último estos tiempos pueden revelar la eficiencia del trabajo del equipo como un todo.
8	Para conocer cuánto tardan los diferentes procesos de un producto para poder sacar costos y cuantificar la producción

ID	Respuestas
9	Para tener control y registro del tiempo que se demora la línea de producción. Tener un promedio del tiempo de ensamble de cada carro
10	Para tener registro del tiempo requerido para producir cada unidad
11	Para saber cuánto se demora un proceso
12	Para hacer lograr definir el proceso más óptimo y eficiente
13	Para cerciorarse de que las actividades estén balanceadas y optimizar el proceso en caso de ser necesario
14	Para tomar decisiones al momento de la fabricación
15	Para calcular el tiempo de producción promediado
16	Para saber cuál será el tiempo de producción, sacando un promedio

Fuente: Elaboración propia.

Las respuestas de los estudiantes reflejan una comprensión profunda de la importancia de la toma de tiempos en el contexto de la producción.

5. De acuerdo a lo que experimentaste en el juego de producción de carros, **¿Consideras importante tener una visión sistemática de la red logística?**

94% de las personas respondieron **b. Sí, porque las decisiones en un nodo pueden afectar significativamente al resto de la cadena.**

Gráfica 5. Respuesta pregunta 6.



Fuente: Elaboración propia.

6. **¿ Simular el proceso logístico le ayudó a comprender mejor los conceptos teóricos entregados en administración de operaciones?**

100% de las personas respondieron **Si** para esta pregunta.

Gráfica 6. Respuesta pregunta 7.



Fuente: Elaboración propia.

7. **¿Percibes que el conocimiento se interioriza mejor cuando se aplica la teoría en la práctica?**

100% de las personas respondieron **Si** para esta pregunta.

Gráfica 7. Respuesta pregunta 8.



Fuente: Elaboración propia.

El resumen de dicha encuesta con los datos estadísticos por cada pregunta se observan en la tabla 14.

Tabla 14. Encuesta aprendizaje activo y experiencial en operaciones

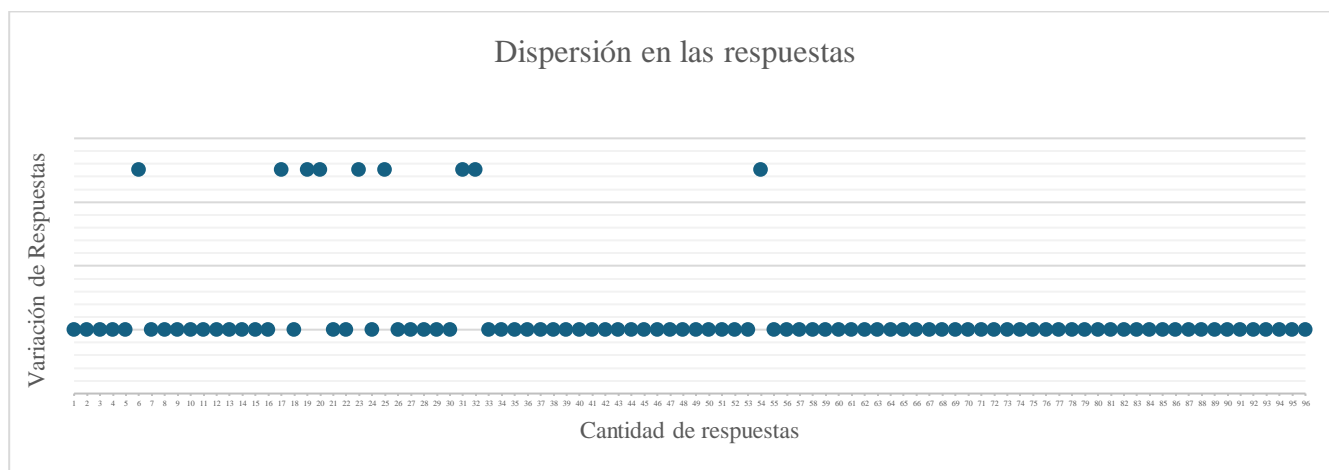
Preguntas/respuestas	Cantidad de respuestas	% de respuestas
¿Para qué sirve la lista de materiales?		
Para definir el proceso de ensamble	1	6%
Para la planificación de la producción, el control de inventario y costeo del producto.	15	94%
Total general	16	
Antes del juego aplicado de los carro de <i>Estralandia</i>®, ¿conocías cómo hacer una lista de materiales?		
No	7	44%

Si	9	56%
Total general	16	
Al definir los puestos de ensamble de la línea de producción, ¿tuviste en cuenta que las actividades estuvieran balanceadas?		
Si	16	100%
Total general	16	
De acuerdo a lo que experimentaste en el juego de producción de carros ¿Consideras importante tener una visión sistemática de la red logística?		
A veces, pero solo en casos donde los nodos están directamente conectados.	1	6%
Sí, porque las decisiones en un nodo pueden afectar significativamente al resto de la cadena.	15	94%
Total general	16	
¿Simular el proceso logístico le ayudó a comprender mejor los conceptos teóricos entregados en administración de operaciones?		
Si	16	100%
Total general	16	
¿Percibes que el conocimiento se interioriza mejor cuando se aplica la teoría en la práctica?		
Si	16	100%
Total general	16	

Fuente: Elaboración propia.

Los datos estadísticos obtenidos de la encuesta muestran una leve desviación en las respuestas de los estudiantes. Este fenómeno se debe a que el 62,5% de las preguntas generaron dos respuestas diferentes. Este comportamiento puede ser observado en el diagrama de dispersión (Gráfica 8).

Gráfica 8. Dispersión de respuestas.



Fuente: Elaboración propia.

La dispersión de respuestas indica que, aunque existe un consenso en la mayoría de los temas abordados en la encuesta, todavía hay áreas donde los estudiantes tienen percepciones o interpretaciones variadas. Este hecho es normal en procesos de aprendizaje, especialmente cuando los conceptos pueden tener múltiples aplicaciones prácticas o cuando las experiencias individuales de los estudiantes influyen en sus respuestas. Este análisis no solo ayuda a identificar áreas que requieren mayor atención, sino que también destaca la importancia de estrategias educativas que promuevan una comprensión uniforme y profunda de los conceptos enseñados.

La encuesta cumple con resultados satisfactorios y aunque las respuestas son cualitativas, se logra percibir en los estudiantes un interés y entusiasmo por la metodología utilizada. Es posible ver la motivación de los estudiantes al sumergirse en este juego operativo e interiorizar los conocimientos adquiridos. Las respuestas muestran que la combinación de teoría y práctica a través de simulaciones es efectiva. Los estudiantes expresaron que el aprendizaje activo y experiencial, mediante la simulación de escenarios reales, les ha permitido comprender mejor los conceptos teóricos y aplicarlos de manera práctica. Además, destacaron que la interacción con el software y la toma de decisiones en tiempo real hicieron que el proceso de aprendizaje fuera más dinámico y atractivo.

En resumen, la encuesta cualitativa refleja que la metodología de aprendizaje activo y experiencial utilizada ha captado el interés de los estudiantes, y ha facilitado una comprensión más profunda y práctica de los conceptos operativos.

8. TERMINOLOGÍA

8.1 Logística

La logística se refiere al proceso de planificación, implementación y control eficiente del flujo y almacenamiento de bienes, servicios e información desde el punto de origen hasta el punto de consumo, con el objetivo de satisfacer las necesidades del cliente. Involucra actividades como el transporte, gestión de inventarios, almacenamiento, manejo de materiales, procesamiento de pedidos y distribución.

8.2 Cadena de Suministro

La cadena de suministro es el conjunto de procesos y actividades que involucran la producción y distribución de un producto o servicio, desde la obtención de materias primas hasta la entrega al consumidor final. Incluye a todos los actores involucrados, como proveedores, fabricantes, distribuidores, minoristas y clientes. Su objetivo es coordinar estas actividades para optimizar costos, tiempos y calidad en la entrega del producto o servicio.

8.3 Administración de operaciones

La administración de operaciones se centra en la gestión eficiente de los procesos productivos y operativos dentro de una organización. Implica la planificación, diseño, ejecución y mejora continua de los sistemas que producen bienes y servicios. La administración de operaciones abarca áreas como la producción, control de calidad, gestión de inventarios, optimización de recursos y mejora de procesos para maximizar la eficiencia y minimizar costos.

8.4 Red Logística

La red logística es la infraestructura y los recursos necesarios para mover productos o servicios a través de la cadena de suministro. Incluye almacenes, centros de distribución, rutas de transporte y todos los intermediarios involucrados en el flujo de bienes desde el proveedor hasta el consumidor. La red logística busca optimizar el flujo de mercancías, reducir costos, mejorar la eficiencia y asegurar que los productos lleguen a tiempo y en buen estado a su destino final.

9. CONCLUSIONES

- Al aplicar el aprendizaje activo y experiencial, hay una diferencia en el procesamiento de la información, por lo tanto, esto permite a los estudiantes tener más herramientas al momento de tomar decisiones profesionales. La red logística se ve afectada por cada decisión tomada, en este ejercicio, realizar un pedido demás a un proveedor, afecta todo el ejercicio financiero, es por ello que las condiciones inicialmente planteadas, deben ser modificadas, para que se dé una rentabilidad positiva al final del ejercicio.
- La similitud en la secuencia del proceso productivo entre ambos equipos no solo valida la eficacia del enfoque educativo basado en el aprendizaje activo y experiencial, sino que también destaca la preparación de los estudiantes para enfrentar desafíos operacionales en la industria real. Este tipo de ejercicio es crucial para desarrollar un pensamiento crítico y una mentalidad de mejora continua, esenciales para su futuro desempeño profesional en el campo de la ingeniería y la gestión de operaciones.
- La alta desviación estándar y varianza indican que la variabilidad en los tiempos de ensamble es considerable. Esto puede estar relacionado con factores como diferencias en la habilidad de los operarios, problemas con la maquinaria, o la complejidad del proceso de ensamblaje. La observación de que los tiempos de ensamble disminuyen progresivamente a medida que se ensamblan más carros es un hallazgo importante. Esto puede sugerir un efecto de aprendizaje, donde los operarios se vuelven más eficientes con la práctica.
- Los resultados demuestran la eficacia del enfoque pedagógico basado en la experiencia práctica. Al enfrentarse a situaciones reales de producción, los estudiantes no solo se familiarizan con los conceptos teóricos, sino que los aplican en la práctica. La simulación cumplió un propósito educativo esencial: ofrecer a los estudiantes una perspectiva aplicada de la gestión logística y operativa, destacando la importancia de una toma de decisiones informada y estratégica. Este tipo de ejercicios mejora su capacidad para enfrentar y resolver problemas complejos en el ámbito empresarial, aunque la muestra de estudiantes pudo ser más amplia para ser determinante, se espera que al masificar este tipo de aprendizaje experiencial se pueda lograr impactar de forma positiva el ámbito educativo para preparar mejor los estudiantes hacia el mundo laboral.

- Los informes de los equipos no solo corroboran los datos de la tabla 9, sino que también ofrecen una valiosa perspectiva sobre cómo las decisiones estratégicas pueden influir en los resultados operativos. La experiencia adquirida durante el juego permitió a los estudiantes comprender la importancia de una gestión eficiente de los recursos y de la toma de decisiones informadas. Este aprendizaje es esencial para su desarrollo profesional, ya que les proporciona las herramientas necesarias para enfrentar desafíos logísticos y operativos en el futuro, contribuyendo a la mejora continua y a la optimización de los procesos empresariales.
- La gestión logística se erige como un pilar fundamental en la operatividad de las empresas, asegurando el flujo eficiente de información, productos y recursos financieros a lo largo de la cadena de suministro. Para los estudiantes de diseño de producto de EAFIT, comprender la importancia de esta gestión es clave al enfrentarse al mundo laboral. La capacidad de planificar, implementar y controlar eficazmente los procesos logísticos no solo garantiza la satisfacción de las necesidades del cliente, sino que también impulsa la competitividad y rentabilidad de la empresa. Al integrar esta perspectiva logística en el diseño de productos, los estudiantes pueden aportar valor añadido al ofrecer soluciones que no solo son estéticamente atractivas, sino también eficientes en términos de producción, distribución y entrega. En última instancia, la comprensión y aplicación de los principios logísticos no solo enriquecen el trabajo del diseñador de productos, sino que también contribuyen al éxito global de la empresa en un mercado cada vez más competitivo y globalizado.

10. RECOMENDACIONES

- Se recomienda simular un mínimo de 20 semanas para que se puedan rastrear a corto plazo las decisiones tomadas, y al mismo tiempo, permitir que las muestras reflejen los efectos de los resultados a mediano plazo. Este período más largo proporcionará una visión más completa del impacto de las decisiones operativas y estratégicas.
- Es recomendable replicar este caso simulado con la mayoría de los estudiantes de carreras logísticas y de operaciones, especialmente con los de posgrado en dirección de operaciones y logística. Esta práctica permitirá a los estudiantes interactuar con el juego, enfrentándose a decisiones cotidianas y obteniendo un mayor entendimiento de los desafíos y dinámicas del entorno empresarial real, generando un entorno de mayores conocimientos que permita generar propuestas de mayor valor.
- Se sugiere a las universidades y a los profesores utilizar herramientas que estimulen el aprendizaje activo y experiencial tanto en las carreras de pregrado como de posgrado. Utilizar una metodología experiencial, facilita un mayor aprendizaje y retención de conocimientos por parte de los estudiantes al conectar la teoría con la práctica y de esta manera replicar en el mundo laboral para enfrentar mejor cualquier reto. Además, esta metodología promueve un pensamiento crítico y estratégico, indispensable para la toma de decisiones informadas en entornos dinámicos y competitivos.
- Para enriquecer el aprendizaje, se recomienda diversificar los escenarios de simulación, incorporando diferentes variables y condiciones del mercado. Esto permitirá a los estudiantes explorar una variedad de situaciones y desarrollar una capacidad más robusta para la toma de decisiones en contextos complejos. Es crucial implementar un sistema de monitoreo y evaluación continua de los resultados obtenidos durante las simulaciones. Esto ayudará a identificar áreas de mejora y ajustar las estrategias de enseñanza para maximizar el impacto educativo.

- Como propuesta innovadora se sugiere lo siguiente para futuras investigaciones:

- 1. Aplicación de Inteligencia Artificial en la Curva de Aprendizaje en la Cadena de Suministro:** Explorar cómo los algoritmos de inteligencia artificial y aprendizaje automático pueden predecir y optimizar las curvas de aprendizaje en entornos productivos y logísticos. Esto permitiría identificar patrones de mejora más eficientes y automatizar la toma de decisiones en procesos de producción.
- 2. Simulaciones Inmersivas con Realidad Virtual (VR) en la Gestión Logística:** Investigar el impacto de simulaciones inmersivas mediante tecnologías de realidad virtual en la enseñanza de la cadena de suministro. La Realidad Virtual podría proporcionar a los estudiantes experiencias más realistas y complejas, mejorando su capacidad de toma de decisiones en escenarios logísticos y productivos.
- 3. Optimización de la Cadena de Suministro a través de Gemelos Digitales:** Desarrollar modelos de gemelos digitales para replicar y simular cadenas de suministro reales. Esta tecnología permitiría a los estudiantes y profesionales visualizar en tiempo real cómo las decisiones afectan los procesos logísticos, pudiendo realizar pruebas y ajustes sin afectar la producción real.
- 4. Impacto de las Habilidades Blandas en la Eficiencia Operativa:** Ampliar la investigación sobre la influencia de habilidades blandas (como la comunicación y el liderazgo) en la eficiencia operativa dentro de equipos de trabajo en entornos de producción y logística. Un enfoque interdisciplinario podría ayudar a mejorar la cohesión del equipo y la toma de decisiones en operaciones complejas.
- 5. Sostenibilidad y Economía Circular en la Gestión de la Cadena de Suministro:** Investigar cómo los principios de sostenibilidad y economía circular pueden integrarse en los procesos de producción y logística. Este enfoque podría incluir simulaciones de prácticas de

producción más sostenibles y la evaluación del impacto ambiental en el ciclo de vida del producto.

- 6. Gamificación en la Educación Logística y Operativa:** Desarrollar juegos o entornos gamificados para enseñar a los estudiantes sobre la gestión de la cadena de suministro y la optimización de recursos. Esto podría incluir la creación de plataformas interactivas que evalúen la eficiencia operativa y la toma de decisiones estratégicas en entornos virtuales.

- 7. Impacto de la Automatización y la Robótica en la Curva de Aprendizaje:** Investigar cómo la introducción de automatización y robótica en los entornos de producción afecta las curvas de aprendizaje humano. Este estudio podría analizar cómo los empleados se adaptan a nuevas tecnologías y cómo estas herramientas pueden complementar o acelerar el proceso de aprendizaje en la producción.

- 8. Modelos Predictivos basados en Big Data para la Gestión de Inventarios:** Explorar el uso de big data y análisis predictivo para mejorar la gestión de inventarios en tiempo real. Los estudiantes podrían aplicar estos modelos para anticipar cambios en la demanda y optimizar las decisiones de inventario y aprovisionamiento, minimizando costos y sobreproducción.

Estas propuestas permitirían explorar nuevas tendencias tecnológicas y metodológicas, ampliando el impacto del trabajo inicial en diversas áreas del conocimiento y la industria. Adicional, abordan tendencias emergentes y desafíos clave en la gestión de la cadena de suministro y la educación logística, permitiendo una evolución hacia métodos más eficientes, sostenibles y tecnológicamente avanzados. Estas propuestas no solo mejoran los procesos internos de las organizaciones, sino que también responden a las demandas actuales de la industria y el entorno laboral, preparando a los estudiantes para un mundo profesional en constante cambio. Al explorar estos temas, se contribuye al avance de la tecnología, la eficiencia operativa y la sostenibilidad empresarial, lo que tiene un impacto positivo tanto en las organizaciones como en la sociedad en general.

REFERENCIAS

- [1] M. E. David, F. R. David, y F. R. David, “Closing the gap between graduates’ skills and employers’ requirements: A focus on the strategic management capstone business course”, *Adm. Sci.*, vol. 11, núm. 1, mar. 2021, doi: 10.3390/admsci11010010.
- [2] A. Tymon, “The student perspective on employability”, *Studies in Higher Education*, vol. 38, núm. 6, pp. 841–856, ago. 2013, doi: 10.1080/03075079.2011.604408.
- [3] R. Brown, “Enhancing Student Employability?: Current practice and student experiences in HE performing arts”, *Arts Humanit. High. Educ.*, vol. 6, núm. 1, pp. 28–49, feb. 2007, doi: 10.1177/1474022207072198.
- [4] I. O. Ezeuduji, A. T. Nzama, G. S. Nkosi, T. P. Kheswa, y A. L. Shokane, “Stakeholder perceptions of university-industry collaboration on tourism and business students’ employability in two continents”, *J. Teach. Travel Tour.*, vol. 23, núm. 3, pp. 330–353, 2023, doi: 10.1080/15313220.2022.2147121.
- [5] S. Cranmer, “Enhancing graduate employability: best intentions and mixed outcomes”, *Stud. High. Educ.*, vol. 31, núm. 2, pp. 169–184, abr. 2006, doi: 10.1080/03075070600572041.
- [6] D. Johnson, R. Johnson, y K. Smith, “Active Learning: Cooperation in the College Classroom”, *Annu. Rep. Educ. Psychol. Jpn.*, vol. 47, ene. 1998, doi: 10.5926/arepj1962.47.0_29.
- [7] Y. Rodríguez Romero, R. Cespón Castro, y N. J. Tovar Perilla, “Estudio empírico sobre curvas de aprendizaje en sistemas de gestión logística”, *Ingeniare. Revista chilena de ingeniería*, vol. 30, dic. 2022.
- [8] A. Awasthi, S. S. Chauhan, y S. K. Goyal, “A multi-criteria decision-making approach for location planning for urban distribution centers under uncertainty”, *Math. Comput. Modell.*, vol. 53, núm. 1, pp. 98–109, 2011, doi: <https://doi.org/10.1016/j.mcm.2010.07.023>.
- [9] S. Robinson, “Discrete-event simulation: From the pioneers to the present, what next?”, *J. Oper. Res. Soc.*, vol. 56, pp. 619–629, jun. 2005, doi: 10.1057/palgrave.jors.2601864.
- [10] A. Jaramillo, D. Peñaloza, J. Gregorio, y S. Ramírez, “MRP II - Juego Carros”, 1999.
- [11] D. P. Ballesteros Riveros y P. P. Ballesteros Silva, “Importancia de la Administración Logística. Importance of Logistics Management”, *Scientia et Technica*, pp. 217–221, 2008, Consultado: el 10 de junio de 2024. [En línea]. Disponible en: <https://revistas.utp.edu.co/index.php/revistaciencia/article/view/3745/1989>
- [12] N. Shah, “Process industry supply chains: Advances and challenges”, *Comput. Chem. Eng.*, vol. 29, núm. 6, pp. 1225–1235, 2005, doi: <https://doi.org/10.1016/j.compchemeng.2005.02.023>.
- [13] C. Raúl y S. Sánchez, “‘Learning by doing’ como detonador de un comportamiento innovador y frugal de alumnos en prácticas”, *Manag. Sci.*, núm. 156, pp. 309–340, 2023.
- [14] D. Rousseau y S. Mccarthy, “Educating Managers From an Evidence-Based Perspective”, *Acad. Manag. Learn. Educ.*, vol. 6, mar. 2007, doi: 10.5465/AMLE.2007.24401705.
- [15] D. Vélez Gómez, J. Montoya Correa, y L. Vega Gutiérrez, “Aprendizaje activo y experiencial”, *Somos*, pp. 43–47, ene. 2023, Consultado: el 23 de mayo de 2024. [En línea]. Disponible en: <https://entrenos.eafit.edu.co/noticias/boletin-somos/Paginas/boletin-somos-n-175-enero-2023.aspx>
- [16] R. Ferreiro, “Aprendizaje activo en el aula: Estrategias para promover el aprendizaje significativo.”, *Rev. Iberoam. Educ.*, vol. 82, núm. 1, pp. 119–136, 2020.

- [17] D. Kolb, *Experiential Learning: Experience As The Source Of Learning And Development*, vol. 1. Prentice, 1984.
- [18] P. Blumenfeld, E. Soloway, R. Marx, y J. Krajcik, “Motivating Project-Based Learning: Sustaining the Doing, Supporting the Learning”, *Educ. Psychol.*, vol. 26, pp. 369–398, nov. 2011, doi: 10.1207/s15326985ep2603&4_8.
- [19] A. Y. Kolb y D. A. Kolb, “Learning Styles and Learning Spaces: Enhancing Experiential Learning in Higher Education.”, *Acad. Manage. Learn. Educ.*, vol. 4, núm. 2, pp. 193–212, 2005, doi: 10.5465/AMLE.2005.17268566.
- [20] S. Chopra y P. Meindl, *Supply chain management. Strategy, planning & operation*, Pearson. Springer, 2007.
- [21] J. Armstrong y F. Collopy, “Error Measures For Generalizing About Forecasting Methods: Empirical Comparisons”, *Int. J. Forecasting*, vol. 8, pp. 69–80, jun. 1992, doi: 10.1016/0169-2070(92)90008-W.
- [22] D. C. Montgomery, C. L. Jennings, y M. Kulahci, *Introduction to Time Series Analysis and Forecasting*. en Wiley Series in Probability and Statistics. Wiley, 2011. [En línea]. Disponible en: <https://books.google.com.co/books?id=-qaFi0oOPAYC>
- [23] O. Tang y N. Musa, “Identifying Risk Issues and Research Advancements in Supply Chain Risk Management”, *Int. J. Prod. Econ.*, vol. 133, pp. 25–34, sep. 2011, doi: 10.1016/j.ijpe.2010.06.013.
- [24] P. Larson, “Designing and Managing the Supply Chain: Concepts, Strategies, and Case Studies, David Simchi-Levi Philip Kaminsky Edith Simchi-Levi”, *J. Bus. Logist.*, 2000.
- [25] J. L. Devore, *Probability and Statistics for Engineering and the Sciences*, Cengage Learning. Spinger, 2008.
- [26] E. Edition, B. Render, R. M. Stair JR, y M. E. Hanna, *Quantitative Analysis For Management*. Prentice Hall, 2011.
- [27] M. E. Perdomo Perdomo y J. L. Ordoñez Ávila, “Simulación con robots colaborativos para prácticas de sistemas de información logística con estudiantes de ingeniería”, *INNOVARE Revista de Ciencia y Tecnología*, pp. 116–119, 2019, Consultado: el 10 de junio de 2024. [En línea]. Disponible en: <https://revistas.unitec.edu/innovare/article/view/95/79>
- [28] R. B. Chase, F. R. Jacobs, y N. J. Aquilano, *Administración de operaciones para la ventaja competitiva*. México, D.F: McGraw-Hill, 2006.
- [29] J. Liker, *The 14 principles of the Toyota way: An executive summary of the culture behind TPS*. McGraw-Hill, 2004. [En línea]. Disponible en: <https://vietnamwcm.wordpress.com/wp-content/uploads/2008/07/mcgraw-hill-thetoyotaway-14managementprinciples.pdf>
- [30] A. Gunasekaran y E. W. T. Ngai, “Information systems in supply chain integration and management”, *Eur. J. Oper. Res.*, vol. 159, núm. 2, pp. 269–295, 2004.
- [31] C. C. Bozarth y R. B. Handfield, *Introduction to Operations and Supply Chain Management*. en Always learning. Pearson Education, 2013. [En línea]. Disponible en: <https://books.google.com.co/books?id=16EOYAAACAAJ>
- [32] W. J. Stevenson, *Operations Management*. en McGraw-Hill/Irwin series operations and decision sciences. McGraw-Hill, 2007. [En línea]. Disponible en: <https://books.google.com.co/books?id=W8vgswEACAAJ>
- [33] W. L. Berry, T. E. Vollmann, D. C. Whybark, y F. R. Jacobs, *Manufacturing Planning and Control for Supply Chain Management: The CPIM Reference, Second Edition*. McGraw-Hill, 2018. [En línea]. Disponible en: <https://books.google.com.co/books?id=TkGRswEACAAJ>

- [34] J. R. Evans y D. L. Olson, *Statistics, Data Analysis, and Decision Modeling*. Prentice Hall, 2003. [En línea]. Disponible en: <https://books.google.com.co/books?id=0VHuAAAAMAAJ>

ANEXOS

Anexo A. Carro A3000



Fuente: Elaboración propia.

Anexo B. Carro C2000



Fuente: Elaboración propia.

Anexo C. Identificación lista de materiales



Fuente: Elaboración propia.

Anexo D. Ensamble de vehículos en la fábrica de aprendizaje de la universidad EAFIT.



Fuente: Elaboración propia

Anexo E. Registro de tiempos ensamble.

Carro 1	Carro 2
<p>Chasis</p> <p>ensamble 1 = 33,39 s. ensamble 2 = 30,49 s. ensamble 3 = 28 s. ensamble 4 = 27,67 s. ensamble 5 = 24,78 s. ensamble 7 = 27,42 s. ensamble 8 = 29,62 s.</p> <p>Llantas</p> <p>ensamble 1 = 31 seg ensamble 2 = 34 seg ensamble 3 = 19 seg ensamble 4 = 25 seg ensamble 5 = 52,15 seg ensamble 6 = 38 seg ensamble 7 = 42,74 seg</p>	<p>ensamble 9 = 26,5 s. ensamble 10 = 26,7 s. ensamble 11 = 28,6 s. ensamble 12 = 23 s. Promedio = 27,769 seg</p> <p>ensamble 8 = 47 s. ensamble 9 = 41 s. ensamble 10 = 39 s. ensamble 11 = 55 s. ensamble 12 = 54 s. Promedio = 51 s seg</p> <p>ensamble 8 = 35,18 seg ensamble 9 = 25,94 seg ensamble 10 = 48,63 seg ensamble 11 = 30,74 seg Promedio = 34,76 seg</p>

Carro 1	Carro 2
<p>Chasis</p> <p>ensamble 1 = 117 s. ensamble 2 = 40 p. ensamble 3 = 83 seg ensamble 4 = 39 s. ensamble 5 = 49 s. ensamble 6 = 46 seg ensamble 7 = 35</p> <p>Frontal</p> <p>ensamble 1 = 58 seg ensamble 2 = 54,15 seg ensamble 3 = 80 seg ensamble 4 = 70 seg ensamble 5 = 90 seg ensamble 6 = 58 seg ensamble 7 = 73 seg</p> <p>Posterior</p> <p>ensamble 1 = 32 seg ensamble 2 = 17 seg. ensamble 3 = 19 seg ensamble 4 = 18 seg. ensamble 5 = 23,15 seg ensamble 6 = 20 seg ensamble 7 = 19 seg ensamble 8 = 16 seg. ensamble 9 = 35 seg. ensamble 10 = 23 p</p>	<p>ensamble 8 = 43 s. ensamble 9 = 20 s. ensamble 10 = 35 s. ensamble 11 = 38 s. ensamble 12 = 37 s.</p> <p>ensamble 8 = 71,11 seg ensamble 9 = 72,18 seg ensamble 10 = 83 seg ensamble 11 = 108 seg ensamble 12 = 84 seg</p> <p>ensamble 11 = 28 seg ensamble 12 = 24,21 seg</p>

Etapas de ensamblaje:

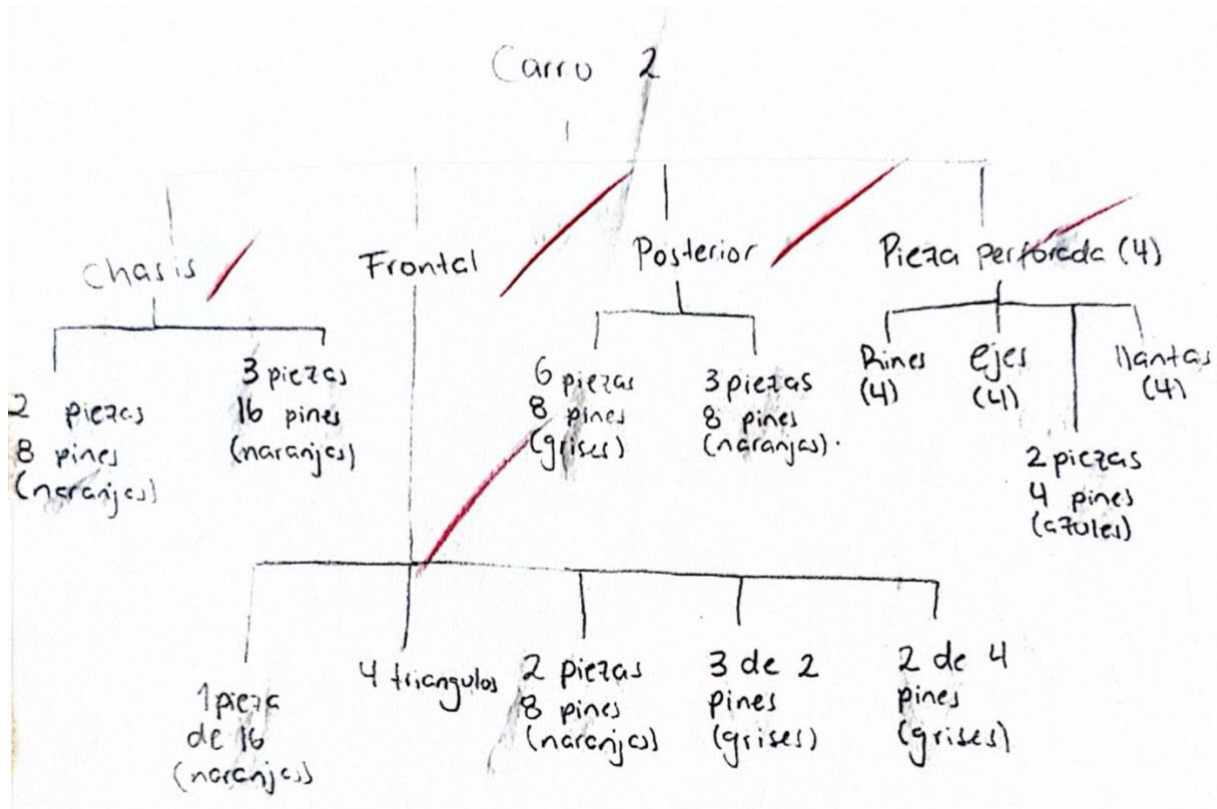
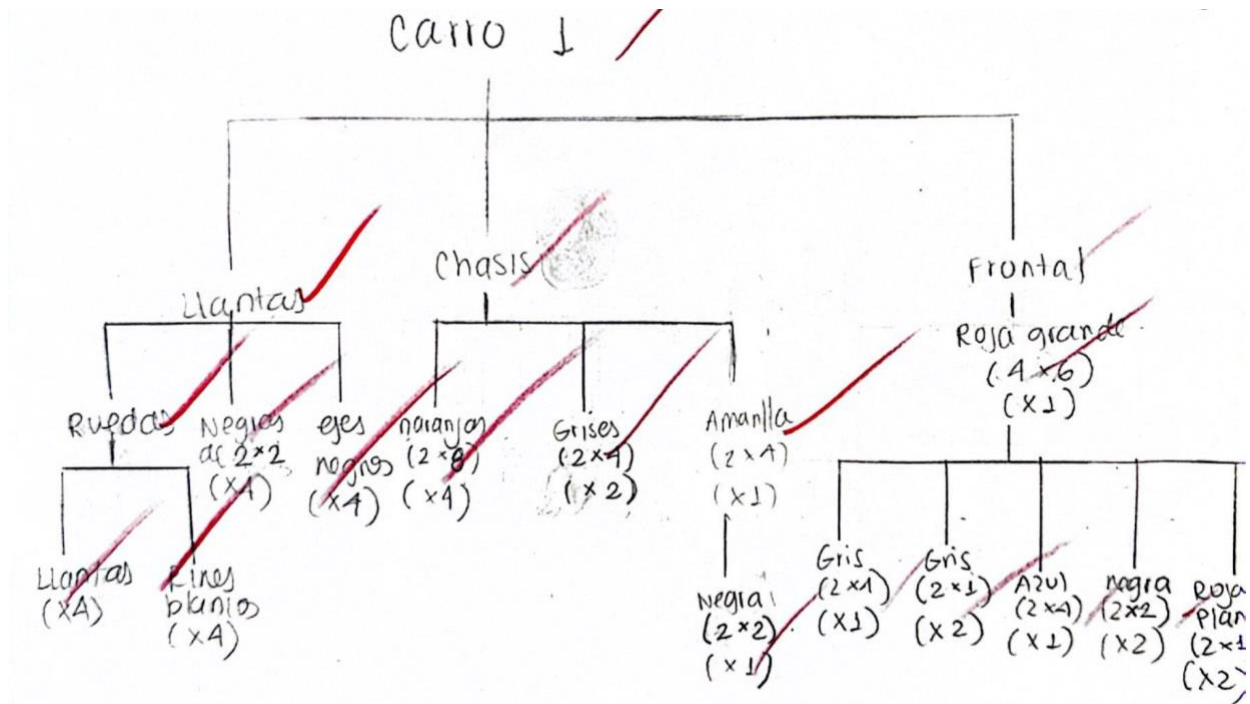
- Etapas 1 - 3:**
 - Etapas 1 → Chasis → 2 personas → 5 tipos de piezas, 2 subgrupos de 1 persona. → Bases y picos 8 min - 42 segundos.
 - Etapas 2 → Llantas → 3 personas → 3 tipos de piezas. Problemas - Falta de piezas de ensamble. 9 min, 04 c. 2,30 s.
 - Etapas 3 → Traseca → 1 persona → 8 tipos de piezas. Problemas en el material → se cayó de la banda. 40,16 → los lados 4 solo. 2 subgrupos. → Llantas → 2 personas. Chasis de llantas → 1 persona. Problemas en el ensamble. Se ensambla sin llantas.
- Etapas 4 - 5:**
 - En el ensamble de llantas se requirió de 3 personas adicionales. Personal de las primeras etapas.
 - se trabajó en paralelo. 13,94 min.
 - se realizó el ensamble. Muy enambledas etapa 1.
- Ensamble Total por carro 39,28 s.**

Etapas de ensamblaje:

- Etapas 1 - 3:**
 - Etapas 1 → Chasis. 2 personas. Tiempo. 18 s.
 - Etapas 2 → Llantas → Llantas armadas. 4 personas. Tiempo = 1,2 s.
 - Etapas 3 → Traseca. 2 personas. Tiempo. 20 s.
- Etapas 4 - 5:**
 - Subsistema 1 = 2.
 - Subsistema 2 = 10,12 s.
 - Ensamble Etapas 1, 2.
 - Ensamble Total del carro → 23,90 s.

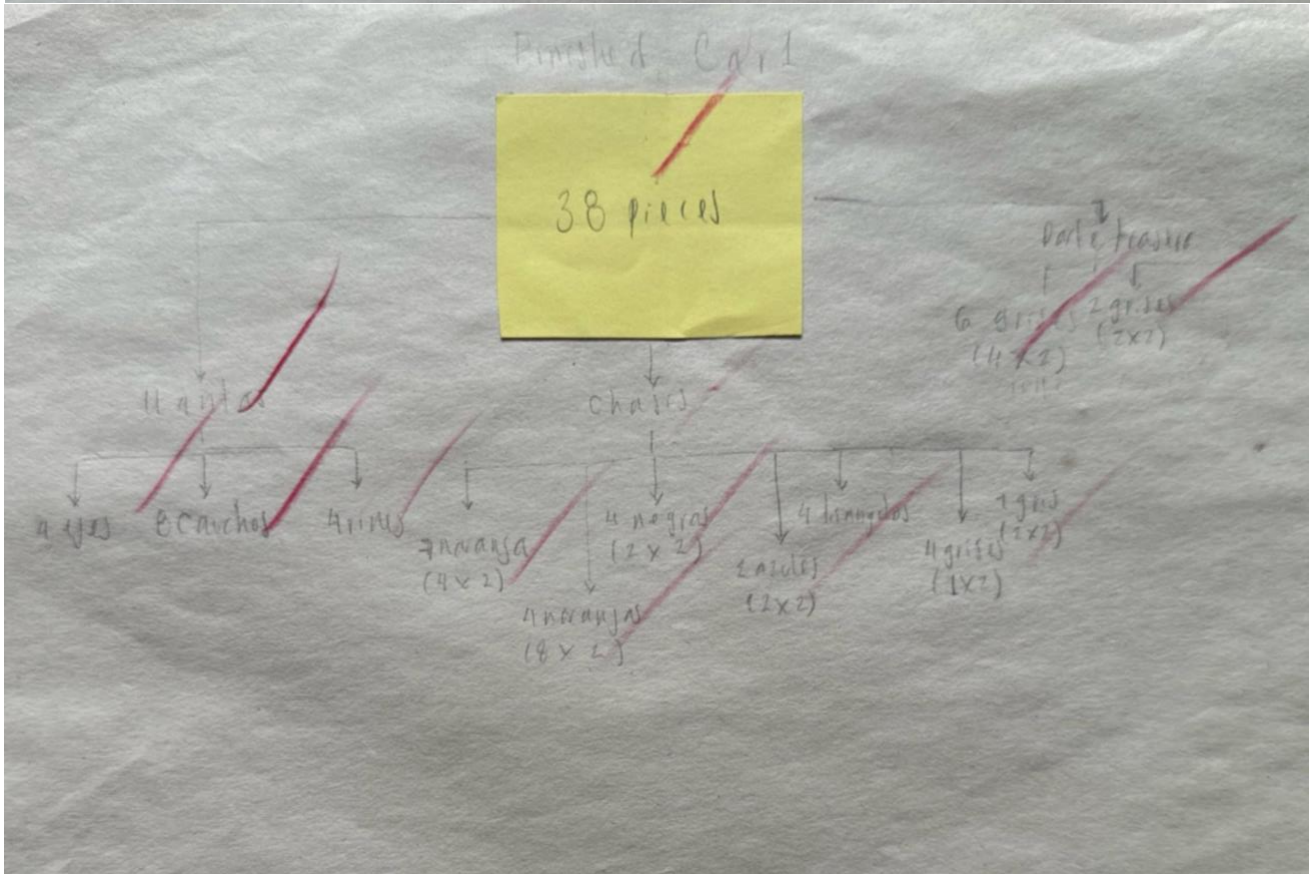
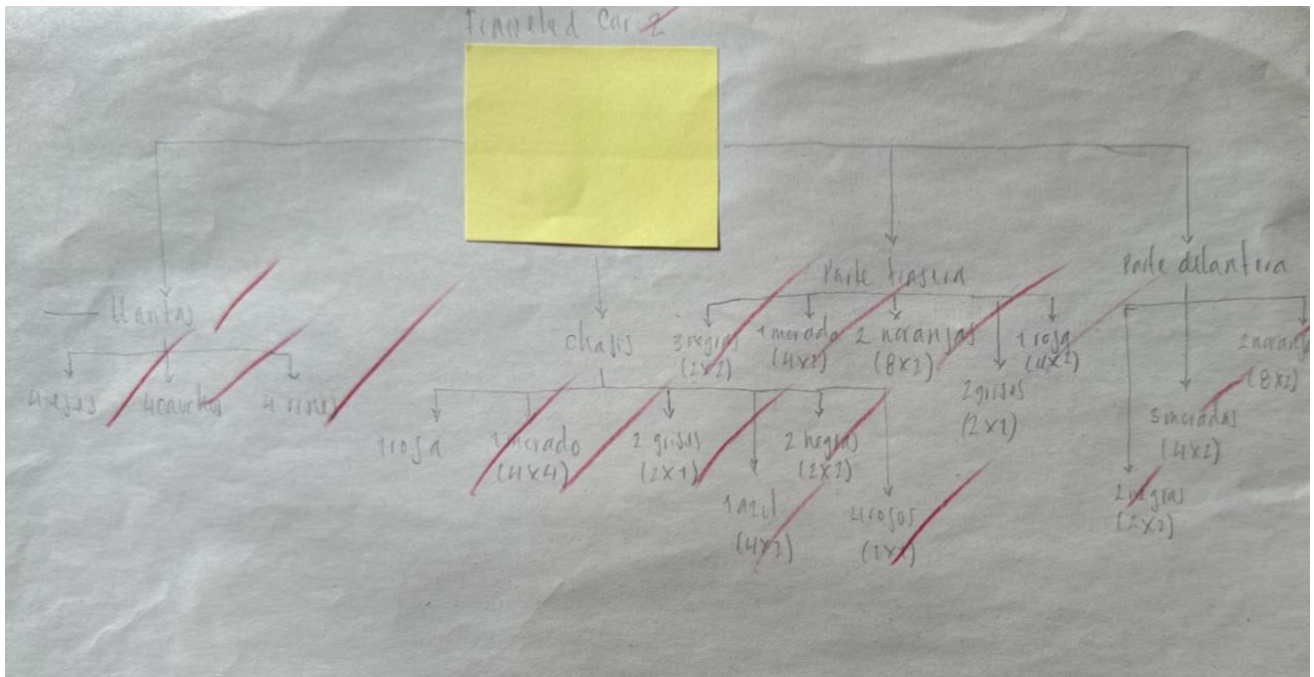
Fuente: Elaboración propia

Anexo F. Puestos de trabajo, línea de ensamble, Grupo 1.



Fuente: Elaboración estudiantes ingeniería de diseño de producto.

Anexo G. Puestos de trabajo, línea de ensamblaje, Grupo 2.



Fuente: Elaboración estudiantes ingeniería de diseño de producto.

Optimización de recursos producción de vehículos

1

A partir de una inversión inicial de **\$20,000,000,000** se hizo el cálculo de cantidades para solicitar la materia prima y comenzar producción. En esta ronda maximizamos la producción para generar **la mayor cantidad de productos**, esto, nos generó pérdidas, pero se lograron **reponer** a medidas que avanzan las rondas.

Para la **ronda 2**, se hacen pedidos de materias primas a los diferentes proveedores, debido a que la maximización de producción de la ronda 1 nos dejó sin materiales. **Esta ronda genera aun más pérdidas**, porque **no hay ingresos de ningún tipo**.

2

3

En la **ronda 3 no se fabricamos nuevos carros** debido que en el almacenamiento habían muchos represados y primero se tratan de sacar los existentes.



En la **ronda 4** aún quedan muchos vehículos C2000 en bodega que debido al volumen que ocupan, no nos dejan producir otros vehículos. En esta ronda, **priorizamos vaciar el inventario**, vendiendo todos los productos existentes.

4

5

En la **ronda 5** y ultima, se siguen vendiendo los vehículos C2000, sin embargo, **no pudimos producir vehículos A3000** debido a la **falta de materias primas** y la **falta de almacenamiento en la bodega**.

Se concluye que al inicio de un proceso de producción las pérdidas son comunes, pero a medida que avanza, en este caso se convierte en un tema crítico debido a la demora en la llegada de materias primas. Es primordial la planeación correcta con respecto a la compra y llegada de insumos.

Juego - Primer intento

Al iniciar el proceso decidimos utilizar la máxima cantidad de líneas de producción que nos permitía el programa, 10 de cada tipo de carro, enviando solo 5 de cada uno. Además, se importaron desde Japón y Australia 100 y 200 unidades de cada categoría. Estas decisiones resultaron en pérdidas para la empresa de 1,8 millones aproximadamente en la primera semana.

1



Net profit
Net loss -1,793,890.77

Juego - Segundo intento

Al comienzo del segundo intento, el almacenamiento estaba lleno, por lo que transportamos la capacidad máxima del camión, que son 8 unidades de cada carro. Se minimizó el valor de piezas producidas, y se dejó en 1 unidad de cada carro (si se subía a 2 unidades ya no funcionaba). El número de piezas importadas tanto desde Australia como desde Japón se redujo a la mitad (50 y 100 unidades respectivamente). Estas decisiones resultaron en pérdidas para la empresa de 1,7 millones aproximadamente en la segunda semana.

2



Net profit
Net loss -1,699,389.00

Juego - Tercer intento

Al iniciar este intento, nos dimos cuenta que no teníamos espacio en el inventario por lo que decidimos no realizar producción, solo enviamos lo máximo que se podía en cada camión (8) para liberar espacio, y tanto de Japón como de Australia importamos solo 5 unidades de cada categoría. Estas decisiones aunque continuaron presentando pérdidas de 1,5 millones aproximadamente, fueron menores a comparación del intento anterior.

3



Net profit
Net loss -1,459,770.00

Juego - Cuarto intento

Cuando comenzamos este intento, nos dimos cuenta que había mejorado la capacidad de producción, así que la aumentamos al máximo posible quedando así de 7 y 5 unidades, pero de igual manera decidimos enviar lo máximo que se podía en cada camión (8) para ir liberando espacio, y en Japón y Australia importamos 30 unidades de cada categoría. Estas decisiones presentaron pérdidas las cuales se diferencian de la anterior porque aumentó 45.000 en este intento.

4

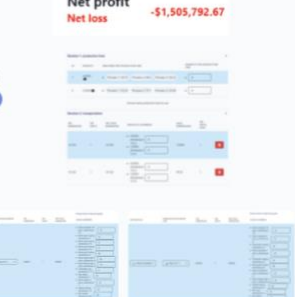


Net profit
Net loss -1,505,792.67

Juego - Quinto intento

Para minimizar las pérdidas producimos 8 unidades de cada referencia, que es la cantidad máxima que cada camión puede transportar para maximizar la capacidad de carga de los camiones. Finalmente, ajustamos las importaciones para traer únicamente las piezas necesarias para la producción de cada referencia de producto. Esto evita el exceso de stock y reduciendo los costos asociados con el almacenamiento. Estas decisiones presentaron pérdidas las cuales se diferencian de la anterior porque aumentó 11.399,94 en este intento.

5



Net profit
Net loss -1,517,192.61

SECCIÓN 1: RESUMEN EJECUTIVO

- Ingresos y Pérdidas por Turno:
 - Turno 1: -1,441,124.68
 - Turno 2: -1,326,552.93
 - Turno 3: -1,333,950.11
 - Turno 4: -1,375,098.80
 - Turno 5: -1,427,682.83
 - Turno 6: -1,448,521.03

SECCIÓN 2: PRINCIPALES GASTOS

- Almacenamiento: 1.260,000 en cada turno.
- Suministro: Fluctuaciones entre 86,000 y 206,000.

End of turn 3	
Income	
Sales of A2000	\$21,870.00
Sales of C2000	\$0.00
Total sold	\$21,870.00
Expenses	
Production	
Internal fixed cost	\$0.00
Internal variable cost	\$7,491.11
External fixed cost	\$0.00
External variable cost	\$0.00
Production expenses total	\$7,491.11
Storage	
Internal fixed cost	\$1,260,000.00
Internal variable cost	\$0.00
External fixed cost	\$0.00
External variable cost	\$0.00
Storage expenses total	\$1,260,000.00
Transportation	
Fixed cost per usage	\$2,150.00
Transportation expenses total	\$2,150.00
Supply	
Supplier goods cost	\$86,000.00
Discount	\$0.00
Supply expenses total	\$86,000.00
Total expenses	\$1,333,950.11
Net profit	-\$1,333,950.11
Net loss	-\$1,333,950.11

End of turn 4	
Income	
Sales of A2000	\$21,870.00
Sales of C2000	\$0.00
Total sold	\$21,870.00
Expenses	
Production	
Internal fixed cost	\$0.00
Internal variable cost	\$870.00
External fixed cost	\$0.00
External variable cost	\$0.00
Production expenses total	\$870.00
Storage	
Internal fixed cost	\$1,260,000.00
Internal variable cost	\$0.00
External fixed cost	\$0.00
External variable cost	\$0.00
Storage expenses total	\$1,260,000.00
Transportation	
Fixed cost per usage	\$2,150.00
Transportation expenses total	\$2,150.00
Supply	
Supplier goods cost	\$104,000.00
Discount	\$0.00
Supply expenses total	\$104,000.00
Total expenses	\$1,375,098.80
Net profit	-\$1,375,098.80
Net loss	-\$1,375,098.80

SECCIÓN 3: ANÁLISIS DE COSTOS

- Distribución de Costos:
 - Almacenamiento: 80%
 - Suministro: 15%
 - Producción: 3%
 - Transporte: 2%

RESULTADOS CLAVE

- Ingresos Totales por Turno:** Los ingresos variaron entre 21,870 y 30,000 unidades monetarias.
- Costos de Producción:** Oscilaron entre 272.93 y 8,274.68 unidades monetarias.
- Costos de Almacenamiento:** Consistentemente altos, 1,260,000 unidades monetarias en cada turno.
- Costos de Transporte:** Fijos en 2,150 unidades monetarias en cada turno.
- Costos de Suministro:** Variaron entre 86,000 y 206,000 unidades monetarias.
- Pérdidas Netas:** Cada turno resultó en una pérdida neta, con la más baja siendo -1,326,552.93 y la más alta -1,448,521.03 unidades monetarias.

End of turn 1	
Income	
Sales of A2000	\$18,225.00
Sales of C2000	\$11,775.00
Total sold	\$30,000.00
Expenses	
Production	
Internal fixed cost	\$0.00
Internal variable cost	\$2,748.68
External fixed cost	\$0.00
External variable cost	\$0.00
Production expenses total	\$2,748.68
Storage	
Internal fixed cost	\$1,260,000.00
Internal variable cost	\$0.00
External fixed cost	\$0.00
External variable cost	\$0.00
Storage expenses total	\$1,260,000.00
Transportation	
Fixed cost per usage	\$2,150.00
Transportation expenses total	\$2,150.00
Supply	
Supplier goods cost	\$103,000.00
Discount	\$0.00
Supply expenses total	\$103,000.00
Total expenses	\$1,441,524.68
Net profit	-\$1,441,524.68
Net loss	-\$1,441,524.68

End of turn 2	
Income	
Sales of A2000	\$17,475.00
Sales of C2000	\$0.00
Total sold	\$17,475.00
Expenses	
Production	
Internal fixed cost	\$0.00
Internal variable cost	\$272.93
External fixed cost	\$0.00
External variable cost	\$0.00
Production expenses total	\$272.93
Storage	
Internal fixed cost	\$1,260,000.00
Internal variable cost	\$0.00
External fixed cost	\$0.00
External variable cost	\$0.00
Storage expenses total	\$1,260,000.00
Transportation	
Fixed cost per usage	\$2,150.00
Transportation expenses total	\$2,150.00
Supply	
Supplier goods cost	\$86,000.00
Discount	\$0.00
Supply expenses total	\$86,000.00
Total expenses	\$1,326,552.93
Net profit	-\$1,326,552.93
Net loss	-\$1,326,552.93

End of turn 5	
Income	
Sales of A2000	\$18,225.00
Sales of C2000	\$2,775.00
Total sold	\$21,000.00
Expenses	
Production	
Internal fixed cost	\$0.00
Internal variable cost	\$4,417.83
External fixed cost	\$0.00
External variable cost	\$0.00
Production expenses total	\$4,417.83
Storage	
Internal fixed cost	\$1,260,000.00
Internal variable cost	\$0.00
External fixed cost	\$0.00
External variable cost	\$0.00
Storage expenses total	\$1,260,000.00
Transportation	
Fixed cost per usage	\$2,150.00
Transportation expenses total	\$2,150.00
Supply	
Supplier goods cost	\$104,000.00
Discount	\$0.00
Supply expenses total	\$104,000.00
Total expenses	\$1,407,682.83
Net profit	-\$1,407,682.83
Net loss	-\$1,407,682.83

SECCIÓN 4: RECOMENDACIONES

- Reducción de Costos de Almacenamiento:** Implementar estrategias para reducir los costos de almacenamiento, como mejorar la gestión del inventario.
- Optimización del Suministro:** Analizar y reducir los costos de suministro, posiblemente a través de negociaciones con proveedores o búsqueda de alternativas.
- Incremento de Ventas:** Desarrollar estrategias para incrementar las ventas, como mejoras en marketing y ventas.
- Aumento del transporte:** El transporte está limitado a 10 unidades por camión, generando un cuello de botella y una restricción en la cadena de producción.

Anexo I. Consentimiento publicación imágenes estudiantes Ingeniería de diseño.

DOCUMENTO DE AUTORIZACIÓN DE USO DE DERECHOS DE IMAGEN SOBRE FOTOGRAFÍAS Y FIJACIONES AUDIOVISUALES (VIDEOS) Y DE PROPIEDAD INTELECTUAL OTORGADO A LA UNIVERSIDAD EAFIT.

Yo _____ con número de documento _____ mayor de edad, en mi calidad de persona natural, por medio del presente documento otorgo autorización expresa del uso de los derechos de imagen que me reconocen la Constitución, la ley y demás normas concordantes a la universidad EAFIT.

La autorización se regirá por las normas legales aplicables y en particular por las siguientes: Cláusulas:

PRIMERA.- Autorización y objeto. Mediante el presente instrumento autorizo a la **universidad EAFIT** para que haga el uso y tratamiento de mis derechos de imagen para incluirlos sobre fotografías; procedimientos análogos a la fotografía; producciones Audiovisuales (Videos); así como de los Derechos de Autor; los Derechos Conexos y en general todos aquellos derechos de propiedad intelectual que tengan que ver con el derecho de imagen.

SEGUNDA.- Alcance de la autorización. La presente autorización de uso se otorga para ser utilizada en formato o soporte material en ediciones impresas, y se extiende a la utilización en medio electrónico, óptico, magnético, en redes (Intranet e Internet), mensajes de datos o similares y en general para cualquier medio o soporte conocido o por conocer en el futuro. La publicación podrá efectuarse de manera directa o a través de un tercero que se designe para tal fin.

TERCERA.- Territorio y exclusividad.- Los derechos aquí autorizados se dan sin limitación geográfica o territorial alguna. De igual forma la autorización de uso aquí establecida no implicará exclusividad, por lo que me reservo el derecho de otorgar autorizaciones de uso similares en los mismos términos en favor de terceros.

CUARTA.- Derechos morales. **La universidad EAFIT** dará cumplimiento a la normatividad vigente sobre los derechos morales de autor, los cuales seguirán radicados en cabeza de su titular. Para constancia de lo anterior se firma y otorga en la ciudad de Medellín, el presente instrumento hoy:

6 de Mayo del 2024.

Firma	c.c.	Correo electronicos
Manuela García Agudelo	1000289973	mgarciasa@eafit.edu.co
Mariana Parra Díaz	1001370600	mparrad2@eafit.edu.co
Isabella Rivea Aristizabal	1004961644	isivarica@eafit.edu.co
Leonimo Penagos Gaviria	1001003788	lpenagos@eafit.edu.co
Laura Arango Mejía	1000409982	larangom1@eafit.edu.co
Diego García Molano	1000395052	dgarcesm@eafit.edu.co
Mariana Rodríguez Torres	1001368749	mrodriguez@eafit.edu.co
Ana Sofía López	100128014	ASlopezH@eafit.edu.co
RITZ ANGEL WALDIO	1001369614	ritzwaldio@eafit.edu.co
Luisa Fernanda Gómez	1010088504	lfgomez@eafit.edu.co
Mariana Ramírez	1000947014	mar Ramirez@eafit.edu.co
Yuliana Clara Bedoya	100004485	yuliyb@eafit.edu.co
Camila Mesa Saldarriaga	1001267374	camemesas@eafit.edu.co
Sofía Ferrer Burticá	1000412283	sferrerb1@eafit.edu.co
María Camila Guzmán Betancur	1005223673	mcguzmanb@eafit.edu.co
Mariana Carvajal Soto	1001365906	mcarvajal1@eafit.edu.co