

Diseño y construcción de material teórico-práctico basado en un modelo instruccional para la asignatura dirección de operaciones II.

Autores:

Juan Sebastián Bueno Suárez y Catherine Johana Tiria Becerra

Trabajo de grado para optar por el título de Ingeniero Industrial

Director:

Fabio Velasco Sossa

Magister en Administración de Empresas

Codirector:

Carlos Eduardo Díaz Bohórquez

Maestría en Ingeniería Industrial

Universidad Industrial de Santander

Facultad de Ingenierías Fisicomecánicas

Escuela de Estudios Industriales y Empresariales

Bucaramanga

2021

Dedicatoria

A mis padres y mi hermana por apoyarme económica y emocionalmente en todos aquellos momentos difíciles que se presentaron a lo largo de mi estadía en la universidad.

A Yeny por motivarme a seguir y culminar esta etapa, por apoyarme y sacar lo mejor de mí cuando lo necesité.

A todos mis compañeros de universidad, quienes fueron un gran apoyo en todas mis actividades académicas e hicieron más amena esta etapa, en especial a Jeimy, que me brindó un compañerismo incondicional y me ayudó a ser un mejor estudiante.

Juan Sebastián Bueno Suárez

Primeramente a Dios por permitirme culminar este proceso exitosamente.

A mis padres que son mi inspiración y mi fuerza para salir adelante, gracias a ellos pude sacar adelante mi carrera y les agradezco enormemente por apoyarme en todo momento tanto económica como emocionalmente.

A Susana Torres una excelente persona digna de admirar, por todos sus consejos y acompañarme en los momentos más difíciles.

A todos mis compañeros de la Universidad que fueron un gran apoyo durante todo mi trayecto por la universidad, en especial a Daniela Peña y Adriana Prada que fueron compañeras incondicionales en todo momento.

Catherine Johana Tiria Becerra

Agradecimientos

Los autores de este proyecto queremos expresar nuestro agradecimiento especialmente a nuestros padres quienes han permitido que logremos culminar con esta etapa a través de su amor y esfuerzo.

A nuestro director de proyecto Fabio Velasco, quién no solo con su dirección, sino también sus consejos, su compañerismo y motivación, logró impulsarnos adelante para culminar este trabajo de la mejor manera. A nuestro codirector Carlos Díaz quién con su orientación permitió mejorar la estructura del proyecto de grado.

A la comunidad de profesores de la EEIE, quienes con su esfuerzo y pasión por la enseñanza lograron construir los profesionales que somos hoy en día

Finalmente a los directivos de la UIS, por todas las facilidades y ayudas que nos ofrecen a los estudiantes en esta etapa y nos permiten tener una experiencia de alto nivel académico.

Tabla de Contenido

Introducción	14
1. Generalidades del proyecto.....	17
1.1. Planteamiento del problema.....	17
1.2. Justificación del proyecto	18
1.3. Objetivos	19
1.3.1. Objetivo General.....	19
1.3.2. Objetivos Específicos.....	19
1.4. Resultados esperados	20
2. Marco de referencia	21
2.1. Marco de antecedentes	21
2.2. Marco teórico	24
2.2.1. Teorías clásicas de enseñanza y aprendizaje	24
2.2.1.1. Conductismo.	26
2.2.1.2. Cognitivismo.....	27
2.2.2. Teorías de la enseñanza	28
2.2.2.1. Introducción.	28
2.2.2.2. Teoría instruccional ecléctica.	30
2.2.2.3. Teoría instruccional sistémica.....	31
2.2.3. Diseño o modelo instruccional.....	36
2.2.3.1. Medios de instrucción.	39
2.2.3.2. Modelo de diseño instruccional ADDIE.....	40
2.2.3.3. Herramientas tecnológicas en la educación y su relación con el diseño instruccional.	41
2.2.3.4. Excel.	44
2.2.4. Definiciones y conceptos de la temática de la asignatura.....	45
2.2.4.1. Introducción.	45

2.2.4.2. Planeación agregada.....	46
2.2.4.3. Planificación de requerimiento de materiales.....	48
2.2.4.4. Planificación de necesidades de capacidad.....	49
2.2.4.5. Teoría de restricciones.....	50
2.2.4.6. Programación lineal en operaciones.....	51
3. Metodología.....	52
3.1. Primera fase.....	52
3.1.1. Realización de estudio diagnóstico.....	53
3.1.2. Revisión de la literatura.....	53
3.2. Segunda fase.....	54
3.2.1. Construcción de material teórico práctico.....	54
3.2.2. Diseño de guía ofimática, guía teórica y taller.....	55
3.2.3. Diseño de videos y mapas conceptuales.....	55
3.3. Tercera fase.....	56
3.3.1. Prueba piloto.....	56
3.3.2. Validación de la prueba piloto.....	56
3.4. Cuarta fase.....	56
3.4.1. Socialización con la comunidad académica.....	57
4. Resultados.....	57
4.1. Análisis y diagnóstico de la asignatura.....	57
4.1.1. Diagnóstico externo.....	58
4.1.2. Diagnóstico interno.....	61
4.1.2.1. Diagnóstico del docente.....	61
4.1.2.2. Diagnóstico desde la perspectiva del estudiante.....	63
4.1.2.2.1. Construcción del instrumento de encuesta.....	63

4.1.2.2.2. Análisis descriptivo de los resultados obtenidos con el instrumento de encuesta.	64
4.1.2.2.3. Análisis estadístico inferencial.	70
4.2. Diseño del material teórico práctico	79
4.2.1. Definición de medios instruccionales	80
4.2.2. Objetivos de aprendizaje.....	82
4.2.2.1. Objetivos de aprendizaje para Planeación agregada.....	82
4.2.2.2. Objetivos de aprendizaje para Planeación de requerimientos de capacidad.....	82
4.2.2.3. Objetivos de aprendizaje para Planeación de requerimientos de materiales.	83
4.2.2.4. Objetivos de aprendizaje para Teoría de restricciones.	83
4.2.2.5. Objetivos de aprendizaje para Programación lineal en operaciones.....	83
4.3. Desarrollo del material teórico práctico.....	83
4.3.1. Desarrollo de guías teóricas	84
4.3.2. Plantillas guía prácticas en Ms. Excel.....	86
4.3.2.1. Guía Ms. Excel planeación agregada.....	89
4.3.2.1.1. Hoja “Instrucciones”.....	89
4.3.2.1.2. Hoja “Parámetros iniciales”.....	90
4.3.2.1.3. Hojas “Seguimiento” y “Nivelación”.	91
4.3.2.1.4. Hoja “An. Gráfico”.	92
4.3.2.2. Guía Ms. Excel Planeación de Requerimientos de Capacidad.	93
4.3.2.2.1. Hoja “Tiempos de carga”.....	93
4.3.2.2.2. Hoja “CRP” y hojas de técnicas de lotificación (5 técnicas).	94
4.3.2.3. Guía Ms. Excel planeación de requerimiento de materiales.....	96
4.3.2.3.1. Hojas “Lista de mat. 1” y “Lista de mat. 2”.....	96
4.3.2.3.2. Hoja “Reg. de inventarios”.	97
4.3.2.4. Guía Ms. Excel Programación lineal en operaciones.	98

4.3.3. Desarrollo de talleres	99
4.3.4. Desarrollo de videos explicativos	99
4.3.5. Desarrollo de mapas conceptuales	101
4.4. Implementación del material teórico práctico desarrollado.....	102
4.5. Evaluación del material teórico práctico desarrollado.....	104
4.5.1. Ajustes realizados tras la implementación y validación	118
4.6. Socialización del proyecto con la comunidad académica.....	119
5. Conclusiones	121
6. Recomendaciones	122
Referencias bibliográficas.....	124

Lista de tablas

Tabla 1 Resultados esperados	20
Tabla 2 Tipo de material a desarrollar en función de la razón pedagógica	39
Tabla 3 Material a desarrollar en las temáticas correspondientes planteadas en la descripción de la asignatura	55
Tabla 4 Tabla de contingencia para determinar la independencia entre las variables dificultad percibida y horas de estudio.....	73
Tabla 5 Primeros centroides para cada clúster del algoritmo k-means.....	75
Tabla 6 Convergencia de los centroides de cada clúster del algoritmo k-means.....	76
Tabla 7 Clasificación de los estudiantes en 4 perfiles estudiantiles según sus habilidades de aprendizaje.	78
Tabla 8 Distribución de la población encuestada en los 4 clústers.....	79
Tabla 9 Código de colores de celda en guía ofimática	89

Lista de Figuras

Figura 1 Polos de las teorías clásicas del aprendizaje.....	25
Figura 2 Determinismo recíproco	31
Figura 3 Los 9 eventos de instrucción de Gagné.....	33
Figura 4 Modelo ADDIE	40
Figura 5 Fases de la metodología para el desarrollo del proyecto	52
Figura 6 ¿Se encuentra satisfecho con la forma en que recibió el conocimiento?	65
Figura 7 Dificultad percibida en las principales temáticas de la asignatura	66
Figura 8 Percepción sobre la cantidad de material disponible.....	66
Figura 9 ¿Cuál es su nivel de satisfacción con la calidad del material recibido?	67
Figura 10 Uso del material proporcionado por el docente y complemento con herramientas tecnológicas.....	68
Figura 11 Percepción de herramientas comunes como apoyo a la pedagogía de la asignatura....	69
Figura 12 Horas de estudio independiente a la semana.	69
Figura 13 Horas de estudio a la semana vs Dificultad percibida en la asignatura.....	72
Figura 14 Variación total para la convergencia del algoritmo K means en la tercera iteración ...	75
Figura 15 Clasificación de cada dato en uno de los cuatro clúster según algoritmo k-mean	76
Figura 16 Formato de la introducción en cada guía haciendo uso de un caso.....	85
Figura 17 Formato de los objetivos de aprendizaje en la guía teórica.....	85
Figura 18 Observación de enlace a video explicativo en la guía.....	86
Figura 19 Formulación de celda en guías ofimáticas.....	87
Figura 20 Explicación de conceptos en guía ofimática	88
Figura 21 Instrucciones guía ofimática planeación agregada	90
Figura 22 Parámetros de entrada en guía ofimática planeación agregada	91
Figura 23 Hoja "Seguimiento" en guía ofimática de planeación agregada.....	92
Figura 24 Hoja "Análisis gráfico" de la guía de planeación agregada.....	92
Figura 25 Parámetros de entrada en hoja "Tiempos de carga" de la guía de CRP	93
Figura 26 Parámetros de salida en hoja "Tiempos de carga"	94
Figura 27 Plan de requerimientos de capacidad	95
Figura 28 Formato de las hojas de técnicas de lotificación	96

Figura 29 Hoja "lista de materiales"	97
Figura 30 Hoja "Reg. de inventarios" en la guía MRP	97
Figura 31 Formato guía ofimática programación lineal	98
Figura 32 Ejemplo de mapa conceptual desarrollado correspondiente a TOC.....	101
Figura 33 Uso de Excel durante la clase.....	102
Figura 34 Evaluación de la satisfacción sobre los objetivos de aprendizaje planteados	105
Figura 35 Evolución de la calificación sobre los objetivos de aprendizaje en las distintas temáticas implementadas	106
Figura 36 El uso de plantillas en Excel para el tema Planeación Agregada, ¿Complementó su proceso de aprendizaje?	107
Figura 37 Adaptación del grupo a la herramienta Ms. Excel	108
Figura 38 ¿Considera que fue eficiente el uso de Edmodo como herramienta de aula virtual?.	109
Figura 39 Respuesta a ¿Considera adecuado el uso de videos explicativos como acompañamiento a las guías y el material?	109
Figura 40 Nube de palabras opiniones sobre cómo podría mejorarse el material presentado? ..	110
Figura 41 Considera que el taller en clase presentado sobre Teoría de restricciones le permitió reforzar los conceptos aprendidos?.....	111
Figura 42 ¿Considera que el video presentado para explicar un cuello de botella facilitó la comprensión del concepto?.....	112
Figura 43 ¿Las prácticas de laboratorio pueden mejorar la pedagogía de la asignatura?.....	112
Figura 44 ¿Considera que el laboratorio Galea cuenta con suficientes herramientas para diseñar prácticas de laboratorio para la asignatura Dirección de operaciones II?.....	113
Figura 45 ¿Considera que con los recursos que se le ofrecieron contó con suficiente material para su estudio independiente?	114
Figura 46 ¿está satisfecho con la calidad del material que se le ofreció durante el semestre?...	114
Figura 47 Representación de los datos encontrados sobre la satisfacción del estudiante respecto a la percepción sobre la cantidad de material disponible para su estudio independiente.	116
Figura 48 Representación de los datos encontrados sobre la satisfacción del estudiante respecto a la percepción sobre la calidad de material disponible para su estudio independiente.	117
Figura 49 El uso de Ms. Excel representó una mejora en la pedagogía.	118
Figura 50 Evidencia sustentación con el grupo Galea	120

Lista de apéndices

Ver apéndices adjuntos y pueden ser consultados en la base de datos de la biblioteca UIS.

Apéndice A: Cuestionario realizado sobre los estudiantes en el diagnóstico.

Apéndice B: Resultados del cuestionario aplicado sobre los estudiantes.

Apéndice C: Análisis estadístico inferencial sobre los resultados del diagnóstico.

Apéndice D: Material pedagógico desarrollado para planeación agregada.

Apéndice E: Material pedagógico desarrollado para teoría de restricciones.

Apéndice F: Material pedagógico desarrollado para plan de requerimientos de capacidad.

Apéndice G: Material pedagógico desarrollado para plan de requerimiento de materiales.

Apéndice H: Material pedagógico desarrollado para programación lineal.

Apéndice I: Datos de acceso del perfil en YouTube y vínculos de videos publicados.

Apéndice J: Cuestionarios de evaluación del material pedagógico desarrollado e implementado

Apéndice K: Frecuencias de palabras de análisis sobre respuestas a la pregunta ¿Cómo considera que podría mejorar el material pedagógico presentado?

Apéndice L: Prueba estadística U de Mann-Whitney

Apéndice M: Presentación usada en la socialización con el grupo Galea.

Resumen

Título: Diseño y construcción de material teórico-práctico basado en un modelo instruccional para la asignatura Dirección de Operaciones II *

Autor: Juan Sebastian Bueno Suárez, Catherine Johanna Tiria Becerra **

Palabras Clave: Dirección de operaciones, Herramientas ofimáticas, TIC, Educación

Descripción:

La evolución tecnológica que ha vivido el ser humano durante las últimas décadas ha generado grandes cambios en la mayoría de las profesiones y actividades productivas, incluyendo las actividades académicas, donde se ha visto una fuerte influencia de la tecnología como medio para fortalecer estrategias pedagógicas y maximizar el aprendizaje de los estudiantes haciendo uso de diferentes herramientas como ofimáticas, videos, aula virtual, software especializado, entre otros.

Este proyecto de grado surge tras identificar por medio de un diagnóstico sobre la asignatura Dirección de Operaciones II que su pedagogía podía ser mejorada involucrando herramientas informáticas en el desarrollo de material pedagógico para estudio independiente que permitiera maximizar el aprendizaje de los estudiantes en función de sus distintos ritmos de aprendizaje, además de fortalecer sus habilidades en el uso de dichas herramientas lo que representará una ventaja en su futuro profesional.

El diseño del material pedagógico se basó en modelos instruccionales ya que estos resultan ser los más apropiados cuando se involucran herramientas tecnológicas, para la identificación del tipo de material a desarrollar se definieron cuatro perfiles estudiantiles en función de las variables ritmo de aprendizaje y disponibilidad de tiempo, determinando la necesidad de crear guías teóricas, guías prácticas en Ms. Excel, videos, talleres y mapas conceptuales para cada temática.

Para la evaluación del material desarrollado se definieron objetivos de aprendizaje en cada tema que eran presentados a los estudiantes en el material pedagógico y tras su uso se evaluó su cumplimiento, obteniendo resultados satisfactorios.

* Trabajo de grado

** Facultad de Ingenierías Fisicomecánicas. Escuela de Estudios Industriales y Empresariales. Director: Fabio Adolfo Velasco Sosa, Magister en administración de empresas. Codirector: Carlos Eduardo Díaz Bohórquez. Maestría en ingeniería industrial.

Abstract

Title: Design and construction of theoretical practical material based on an instructional model for the subject Operations Management II *

Author: Juan Sebastian Bueno Suárez, Catherine Johanna Tiria Becerra **

Keywords: Operations management, office automation tools, ICT, Education

Description:

The technological evolution that humanity has experienced during the last decades has generated big changes in most professions and productive activities, including academic activities, where a strong influence of technology has been seen as a means to strengthen pedagogical strategies and maximize learning using different tools such as office automation, videos, virtual classroom, specialized software, among others.

This degree project arises after identifying through a diagnosis on the subject Management of Operations II that its pedagogy could be improved by involving computer tools in the development of pedagogical material for independent study that would allow maximizing the learning of students based on their different learning rhythms, in addition to strengthening their skills in the use of these tools, which will represent an advantage in their professional future.

The design of the pedagogical material was based on instructional models since these turn out to be the most appropriate when technological tools are involved, for the identification of the type of material to be developed, four student profiles were defined based on their learning pace and their time availability, determining the need to create theoretical guides, practical guides in Ms. Excel, videos, workshops and concept maps for each topic.

For the evaluation of the developed material, learning objectives were defined in each topic that were presented to the students in the pedagogical material and after its use their compliance was evaluated, obtaining satisfactory results.

* Degree Work

** Faculty of Physical – Mechanical Engineering. School of Industrial and Business Studies. Director: Fabio Adolfo Velasco Sosa, M. Sc. in Business administration. Codirector: Carlos Eduardo Díaz Bohórquez, M. Sc. in Industrial Engineering.

Introducción

El mundo está en constante progreso y evolución, cada día se crean nuevas compañías, nuevos productos, nuevas tecnologías y se presentan nuevos descubrimientos. Este constante cambio exige que los profesionales tengan una preparación académica de alto nivel y que conozcan y aprovechen las diferentes herramientas existentes en su entorno para crear soluciones y resolver problemas reales. Que la educación universitaria esté actualizada con herramientas que permitan tanto transmitir conocimiento como proveer competencias útiles en el futuro laboral del estudiante permiten mejorar la calidad de la enseñanza impartida.

En la Escuela de Estudios Industriales y Empresariales (EEIE) de la Universidad Industrial de Santander (UIS) se han implementado estrategias pedagógicas innovadoras en gran parte de las asignaturas presentes en el ciclo profesional de pregrado, en estas se han involucrado herramientas tecnológicas e informáticas como Excel y SAP y lúdicas expuestas por el grupo Galea, buscando complementar la transmisión del conocimiento con el uso de nuevas metodologías. Sin embargo, el componente tecnológico es escaso en algunas asignaturas aun cuando se ha demostrado su efectividad pedagógica (Bustos A. & Roman M., 2011). Para implementar herramientas tecnológicas un modelo instruccional resulta ser el más adecuado como base pedagógica para el desarrollo de material de estudio, ya que esto le permite al estudiante explorar el conocimiento por su cuenta e imponer su propio ritmo en función de sus conocimientos sobre ellas (De León I. & Suárez J., 2008). Es importante destacar que el estudiante prefiere los cursos en los que se han integrado herramientas tecnológicas en lugar de los cursos tradicionales, entre las razones expresadas está la efectividad del aprendizaje y el uso de tecnologías modernas (Andronie M, 2014).

El perfil del Ingeniero Industrial de la UIS es el de una persona que aplica su creatividad y conocimiento para identificar y resolver problemas con propuestas innovadoras que incrementen la competitividad de las organizaciones. Se dedica al análisis, el diseño, la planeación y el control de procesos (UIS). Entre las diversas asignaturas encaminadas a fortalecer este perfil se encuentra Dirección de Operaciones II (DO II), la cual es de suma importancia ya que sus temáticas abordan todo aquello relacionado con la planeación de la producción, de los requerimientos de materiales y de la capacidad. En esta asignatura no se dispone del uso de herramientas informáticas en su pedagogía, sin embargo, su implementación complementa enormemente las temáticas desarrolladas dada su naturaleza matemática, además de facilitar el aprendizaje y hacer más eficiente el uso de las horas de estudio independiente por parte del estudiante. Con base en lo anterior, en este proyecto de grado se realiza un estudio que determina los factores que influyen en el aprendizaje de la asignatura DO II y posteriormente se generan instrumentos pedagógicos, con base a un modelo instruccional, que involucran el uso de herramientas tecnológicas sobre las temáticas pertinentes, con el fin de brindarle al estudiante material que le permita reforzar los conceptos aprendidos de forma autónoma, aprovechando el uso de su tiempo de estudio independiente e incentivando el uso de herramientas ofimáticas que complementen su formación integral, a la par de facilitar al docente la preparación de material académico, involucrando el uso del aula virtual para su distribución.

Cumplimiento de los objetivos

<i>Objetivo</i>	<i>Cumplimiento</i>
1. Realizar una revisión literaria sobre las tendencias y estrategias de enseñanza/aprendizaje usadas en la formación de ingenieros.	Capítulo 2.2
2. Efectuar un análisis situacional por medio de una investigación descriptiva aplicada a estudiantes y profesores con experiencia en la asignatura.	Capítulo 4.1
3. Diseñar material teórico-práctico, basado en un modelo instruccional, orientado al cumplimiento de los objetivos de aprendizaje de la asignatura, involucrando las herramientas TIC.	Capítulo 4.2 y 4.3
4. Validar mediante una prueba piloto el material desarrollado con cursos matriculados en la asignatura.	Capítulo 4.4 y 4.5
5. Socializar los resultados del proyecto para darlos a conocer a la comunidad académica.	Capítulo 4.6

1. Generalidades del proyecto

1.1. Planteamiento del problema

La asignatura Dirección de Operaciones II ofrecida por la EEIE de la UIS involucra los conceptos generales referentes a la planeación de la producción dentro de una fábrica, en ella se manejan temáticas con un componente aritmético matemático notorio que permite desarrollar las problemáticas. Por medio de un diagnóstico realizado sobre estudiantes con experiencia en la asignatura se identificó la necesidad de desarrollar material teórico práctico para estudio independiente que involucre el uso de herramientas tecnológicas como apoyo para aumentar la eficiencia en el estudio de las temáticas al agilizar ciertos procesos aritméticos y mejorar la comprensión de conceptos, al tiempo de fortalecer competencias en el uso de dicha herramienta y facilitar el estudio en el tiempo independiente.

En un estudio exploratorio realizado a finales del semestre 2020-1 que buscaba diagnosticar la percepción de la asignatura, además de evaluar las ayudas pedagógicas ofrecidas para el estudio independiente, se encontraron datos que resultan determinantes para el desarrollo del material pedagógico. Se aplicó un instrumento de encuesta a una muestra de 49 estudiantes con experiencia en la asignatura donde se encontró que el 100% de los encuestados considera que el proceso de aprendizaje puede complementarse con herramientas informáticas, tomando el liderazgo por su aprobación la herramienta ofimática Excel, que obtuvo una calificación final ponderada de 4,7 sobre 5 como complemento a la asignatura. Por otro lado, el 44,9% de los encuestados no encontraron satisfactoria la cantidad de material de estudio independiente recibido por parte del docente, pero a pesar de esto solo el 6,1% de los estudiantes buscan su propio material en libros e internet, el restante 93,9% solo usa el que le brinda el docente. Con base en lo anterior se puede afirmar que resulta importante realizar un estudio que permita identificar los medios adecuados,

alineados con un diseño instruccional, para desarrollar material teórico-práctico complementado con herramientas informáticas que mejore la comprensión de conceptos y cumpla con las expectativas del estudiante, en sus horas de estudio independiente.

1.2. Justificación del proyecto

La mejora continua, una de las filosofías empresariales más fuertes de las últimas décadas también debe estar presente en las universidades con el objetivo de mantenerse competitivas y maximizar el aprendizaje de los estudiantes. En la actualidad una tendencia marcada en la academia es la inclusión de herramientas tecnológicas en la pedagogía como un medio para mejorar la transmisión del conocimiento y fortalecer el perfil del profesional.

En la EEIE de la UIS, se han implementado herramientas tecnológicas en diferentes asignaturas logrando potenciar su modelo pedagógico, sin embargo, existen asignaturas en las que este componente es aún escaso, como en Dirección de Operaciones II, por lo que dicha implementación representa una mejora no solo en la asignatura, sino también en el futuro profesional del estudiante. En el diagnóstico realizado sobre la asignatura se identificó la necesidad de desarrollar material para estudio independiente que involucre diferentes herramientas tecnológicas que permitan satisfacer las necesidades de 4 perfiles estudiantiles distintos en función de sus ritmos de aprendizaje y su disponibilidad de tiempo.

Se ha identificado en la literatura que la implementación de herramientas tecnológicas en la pedagogía resulta más efectiva si se sigue un modelo adecuado en su desarrollo de acuerdo con el objetivo de dicha implementación, siendo el diseño instruccional indicado para herramientas tecnológicas orientadas al estudio independiente ya que llevan al estudiante a utilizar su propia iniciativa para cumplir con sus propias metas y responder a sus propias expectativas. (Agudelo M., 2009).

1.3. Objetivos

1.3.1. Objetivo General

Desarrollar material teórico práctico basado en un modelo instruccional para la asignatura Dirección de Operaciones II apoyado con herramientas TIC.

1.3.2. Objetivos Específicos

- Realizar una revisión literaria sobre las tendencias y estrategias de enseñanza/aprendizaje usadas en la formación de ingenieros.
- Efectuar un análisis situacional por medio de una investigación descriptiva aplicada a estudiantes y profesores con experiencia en la asignatura.
- Diseñar material teórico-práctico, basado en un modelo instruccional, orientado al cumplimiento de los objetivos de aprendizaje de la asignatura, involucrando las herramientas TIC.
- Validar mediante una prueba piloto el material desarrollado con cursos matriculados en la asignatura.
- Socializar los resultados del proyecto para darlos a conocer a la comunidad académica.

1.4. Resultados esperados

Los resultados esperados del proyecto organizados cronológicamente de acuerdo con las actividades para alcanzarlos se consignan en la Tabla 1.

Tabla 1

Resultados esperados

<i>Actividades</i>	<i>Resultados</i>
1.1 Realizar un análisis situacional sobre estudiantes con experiencia en la asignatura por medio de la aplicación de herramientas basadas en investigación descriptiva.	1.1 Informe de los resultados obtenidos de la revisión literaria y del análisis situacional actual de la asignatura.
1.2 Revisión literaria de los conceptos y tendencias relacionados con métodos de enseñanza/aprendizajes instruccionales, con el fin de definir estrategias de enseñanza y aprendizaje adecuadas para la asignatura	
2.1 Desarrollar el material teórico-práctico que se usará en la asignatura, además de las estrategias de enseñanza-aprendizaje, involucrando las herramientas TIC, basándose en un diseño instruccional.	2.1 Material teórico práctico que fortalezca la enseñanza/aprendizaje para la asignatura dirección de operaciones II, apoyado en herramientas tecnológicas, junto con material guía de apoyo, basado en un modelo instruccional.
2.2 Desarrollar las herramientas TIC y tecnológicas a usar.	
3.1 Implementar en cursos matriculados en la asignatura las estrategias de enseñanza y aprendizaje desarrolladas.	3.1 Informe de resultados de la validación de la prueba piloto.
3.2 Evaluar las estrategias implementadas, para identificar si estas contribuyen con el aprendizaje del estudiante y fortalecen sus competencias, por medio de un instrumento aplicado al mismo, tras finalizar cada actividad.	
4.1 Socializar los resultados con la comunidad académica.	4.1 Libro que consigne todas las etapas del proyecto de grado.
4.2 Sustentación pública del proyecto de grado.	

2. Marco de referencia

2.1. Marco de antecedentes

La Universidad Industrial de Santander ofrece entre sus modalidades de proyecto de grado la Práctica en Docencia, esta se enfoca en que el autor desarrolle o implemente instrumentos que permitan mejorar la pedagogía de las diferentes asignaturas presentes o en la creación de asignaturas electivas que tengan pertinencia con el perfil del profesional. Hasta la actualidad, en la Escuela de Estudios Industriales y Empresariales se han finalizado exitosamente 26 proyectos de grado distintos en la modalidad de Práctica en Docencia, muchos de ellos han basado sus objetivos en la implementación de herramientas TIC en las asignaturas para distintos fines como ampliar el abanico de opciones para el estudiante, mejorar la transmisión del conocimiento e incluso prepararlo en manejo de herramientas profesionales para su futuro laboral. Los trabajos de grado en la modalidad de práctica en docencia permiten mejorar y actualizar la pedagogía de las distintas asignaturas con técnicas modernas, lo cual prepara al Ingeniero Industrial de la UIS en concordancia con las exigencias actuales. A continuación, se mencionan tres casos que guardan relación con los objetivos de este proyecto.

Mariño M. y Rueda J. (2018) desarrollaron un proyecto en el que buscaron implementar el sistema de información ERP SAP, una herramienta TIC de amplio uso profesional, en la asignatura Gestión Contable con el fin de evaluar qué tan eficaz resultaba el uso del sistema con respecto a la asimilación de conceptos y conocimientos. Tras finalizar el desarrollo y documentación los autores del proyecto hicieron una prueba piloto con el material para poder evaluar su utilidad y desempeño, que compararon con una evaluación de conceptos realizada previamente, y los resultados fueron evidentes. En la escala de puntuación, con rango de 1 a 100 usada en la prueba de conocimientos, el puntaje promedio obtenido por los estudiantes previo a la aplicación del material desarrollado

fue de 66.5, mientras que el puntaje promedio tras la aplicación de la herramienta fue de 88.1, esta mejora en la puntuación fue atribuida por los autores a las actividades desarrolladas con el software ERP SAP por parte de los estudiantes, corroborando que la educación se ve favorecida al ir de la mano con herramientas tecnológicas. Es de destacar también sobre este proyecto que los autores apuntaron a que la ganancia además del aprendizaje consistiera en las habilidades aprendidas por los estudiantes sobre el sistema ERP SAP lo cual les da una ventaja profesional (Mariño & Rueda, 2018).

Desde una perspectiva paralela a la de este proyecto, en el proyecto “Diseño y construcción de material teórico-práctico para la asignatura Finanzas y Presupuestos” que se ejecutó en la EEIE en el año 2018, el autor Juan Camilo Arias Tabares buscaba resolver una problemática similar a la que se trata en este proyecto. Arias identificó en primera instancia que las temáticas de la asignatura Finanzas y Presupuestos podían ser complementadas y por ende mejoradas haciendo uso de herramientas TIC, de modo que los conceptos se asimilaran con mayor facilidad en la cátedra por parte del docente además de que incentivaran y facilitaran el estudio en el tiempo independiente del estudiante. Por otro lado, el nuevo material le permitiría al estudiante fortalecer sus competencias en el manejo de herramientas tecnológicas como las ofimáticas, competencias que, en el mundo laboral actual, más que un punto a favor resultan ser un requisito. En un informe generado a partir de un estudio diagnóstico aplicado a estudiantes con experiencia en la materia, Arias corroboró que más del 80% de los estudiantes consideraba que el uso de herramientas ofimáticas complementaría el proceso académico facilitando la apropiación de los conceptos, además se hizo evidente la necesidad de la plataforma Moodle como complemento a la cátedra presencial ya que la mitad de los encuestados señaló que no contaba con suficiente material de estudio en su tiempo independiente. Como parte del proyecto se diseñaron instrumentos

pedagógicos, entre ellos una herramienta ofimática y la plataforma Moodle para la asignatura, posteriormente practicó una prueba piloto con la que identificó estadísticamente un aumento en el desempeño académico tras la implementación del material desarrollado (Arias Tabares, 2018).

Las asignaturas Dirección de operaciones II y Finanzas y Presupuestos manejan temáticas enfocadas a sectores diferentes dentro de las organizaciones, sin embargo, la base de su conocimiento es la misma que en muchas otras asignaturas ingenieriles: las matemáticas, razón por la cual la implementación de una herramienta ofimática de hojas de cálculo como Excel, permite mejorar la pedagogía de las asignaturas facilitando la comprensión de conceptos y el manejo de los mismos por parte del estudiante.

Desde otro punto de vista, el proyecto “Diseño e implementación de metodologías activas de enseñanza/aprendizaje para la asignatura responsabilidad social empresarial del programa de ingeniería industrial” realizado por Rincón N. y Rincón J. (2017), presenta la introducción de metodologías activas en la asignatura como una forma efectiva de pedagogía para la temática de la asignatura principalmente por medio de herramientas didácticas para apoyar de forma dinámica la enseñanza tradicional. Un argumento claro sobre el uso de las herramientas didácticas está en que las temáticas con un extenso componente teórico transmitidas por el docente sin participación por parte del estudiante tienden a cansarlo o aburrirlo, resultando en poca atención y por tanto poca retención del conocimiento. Al usar una herramienta que permita la participación del estudiante la atención se mantendrá en la actividad y por tanto la retención del conocimiento será más efectiva. Este tipo de metodologías presentan especial utilidad sobre temáticas no numéricas, sin embargo, el concepto de las metodologías activas resulta útil en el sentido en que el estudiante explora el material que le brinda el docente y aprende de forma autónoma si tiene la motivación adecuada, los modelos instruccionales, se encargan en una de sus etapas de motivar al estudiante a estudiar

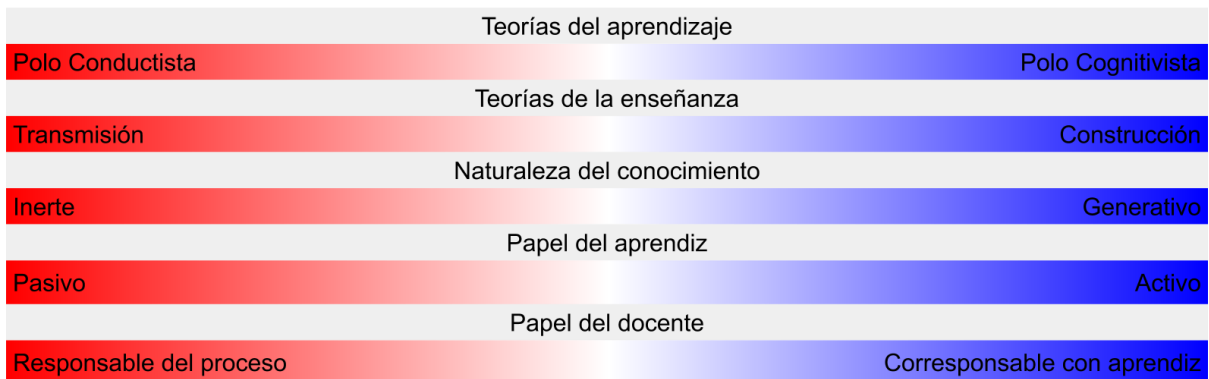
la temática, mostrándole situaciones de la vida real que podría resolver con el conocimiento adquirido, por ejemplo, la capacidad de planear correctamente la producción de una fábrica al estudiar temáticas de Dirección de operaciones II (Rincón & Rincón, 2017).

Sintetizando los resultados expuestos anteriormente en relación con este trabajo de grado, la propuesta se basa en introducir a los estudiantes en las temáticas de forma pasiva en las clases clásicas, y posteriormente proveerle el material teórico práctico, entre ellos, herramientas ofimáticas que le permitan afianzar los conceptos aprendidos y percibir la utilidad de estas en el mundo de las operaciones, resultando así más interesante el aprendizaje y con una mayor autonomía en el momento de practicarlo.

2.2. Marco teórico

2.2.1. Teorías clásicas de enseñanza y aprendizaje

A lo largo de la historia se han presentado literalmente cientos de corrientes de pensamiento correspondiendo a la forma en la que el ser humano se desarrolla, aprende, su motivación, y la enseñanza, sin embargo, algunas de ellas han tomado mucha más importancia y por tanto han dirigido las estrategias educativas de la mayoría de las instituciones. Estas teorías se clasifican en dos enfoques principales, el conductista que propone que la base fundamental de todo proceso de enseñanza-aprendizaje se halla representada por un reflejo condicionado y el cognitivismo, que nace buscando llenar los vacíos del conductismo, con un esquema en el cual a partir de una entrada de información el sujeto construye su propio conocimiento. En la figura 1 se resumen factores importantes de cada enfoque como dos polos distintos de las teorías del aprendizaje.

Figura 1*Polos de las teorías clásicas del aprendizaje.*

Aprender comprende la adquisición y modificación de conocimientos, creencias, conductas, habilidades, estrategias y actitudes (Leiva, 2005), puede ir desde el nivel más simple cuando un niño aprende a sumar números pequeños y a atarse los cordones, hasta la solución de problemas de matemáticas avanzadas o gimnasia olímpica, sin embargo, la definición de aprendizaje no ha sido consolidada aún por todos los profesionales de la educación, y las diferencias se acentúan aún más cuando se analizan por separado los distintos enfoques de pensamiento que abordan esta temática como el conductismo y el cognitvismo.

2.2.1.1. Conductismo. Este enfoque de la educación nació en el campo de la psicología basado en los experimentos de Iván Pávlov, quien había estudiado las respuestas de los animales al condicionamiento, en uno de sus experimentos más reconocidos hacía sonar una campana cada vez que alimentaba a un grupo de perros, los cuales después de adaptarse a esta situación, cada vez que oían la campana empezaban a salivar aún sin que se les llevara comida. Desde el punto de vista humano, la teoría conductista se centra en el estudio de la conducta observable para controlarla y predecirla, por tanto, su objetivo es conseguir una conducta determinada (Argudín M., 2007).

Algunas características que se pueden rescatar del conductismo son las siguientes: (Leiva, 2005)

- Se aprende asociando estímulos con respuestas.
- El aprendizaje está en función del entorno.
- El aprendizaje no es duradero, necesita ser reforzado.
- El aprendizaje es memorístico, repetitivo y mecánico y responde a estímulos.

El conductismo cuenta con tres modelos importantes: el condicionamiento clásico de Pávlov, el condicionamiento operante de Skinner y el condicionamiento vicario de Bandura.

- Condicionamiento clásico de Pávlov: este es un tipo de aprendizaje asociativo en donde se establece una relación entre estímulo – respuesta. Un ejemplo es el experimento del perro de Pávlov que se explicó al iniciar la teoría del conductismo.
- Condicionamiento operante de Skinner: este modelo también es llamado aprendizaje operante, el cual, “estudia la relación funcional entre un estímulo y una respuesta”, en

donde la respuesta depende de un estímulo denominado refuerzo. El refuerzo puede ser positivo o negativo, el positivo hace referencia a los elogios o recompensas tangibles y el negativo a castigos. (Chávez Arcega, Chávez Arcega, Padrón Fraga, & Martínez Rubin Celis, 2009)

- Condicionamiento vicario de Bandura: también se le conoce como aprendizaje observacional el cual se basa en la observación de todas aquellas reacciones que tiene una persona frente a un estímulo.

2.2.1.2. Cognitivismo. Las teorías cognoscitivas insisten en que el conocimiento sea significativo y en tomar en cuenta las opiniones de los estudiantes sobre sí mismos y el medio.

El cognitivismo se fundamenta en los procesos y las estructuras mentales, además de la representación del conocimiento, donde ve al individuo como aquel que es capaz de resolver problemas de manera constructiva y no como un recipiente pasivo que reacciona a la estimulación. (Chávez Arcega, Chávez Arcega, Padrón Fraga, & Martínez Rubin Celis, 2009)

Jerome Bruner propone tres sistemas básicos de representación presentes en la cognición humana, el cual son concebidas como herramientas que pueden ser manipuladas con propósitos definidos, como en la solución de problemas o la toma de decisiones. Estas representaciones son las siguientes: La representación *enactiva* o de esquemas motores, es decir, se refiere la presentación por acción de los acontecimientos, hechos y experiencias de la persona, la representación *icónica*, se refiere a la representación mediante imágenes de objetos o eventos y la representación *simbólica*, en donde representa objetos y acontecimientos usando sistemas formales como el lenguaje (Camargo Uribe & Hederich Martínez, 2010)

2.2.2. Teorías de la enseñanza

2.2.2.1. Introducción. A lo largo de los años el concepto de enseñanza ha sido abordado como la acción de transmitir o comunicar algo a alguien, ya sea algún conocimiento, habilidad o alguna experiencia, con el fin de que el receptor lo aprenda y desempeñe de la mejor manera, empleando diferentes técnicas o métodos que le permitan desarrollar diferentes habilidades, favoreciendo la construcción de conocimientos y teniendo un mayor aprovechamiento de lo aprendido.

Algunos autores como Bruner sostienen que la enseñanza debe ser sistémica y bien orientada al desarrollo de los procesos mentales de las personas en el periodo de formación (Vielma Vielma & Salas, 2000), en este sentido, Bruner busca que la enseñanza favorezca las capacidades y habilidades de cada individuo para la expresión tanto oral como escrita, de tal manera que se tenga una gran flexibilidad a nivel mental y en la solución de problemas.

Para Bruner, una teoría de la enseñanza o de la instrucción debe cumplir con una serie de condiciones: (Aramburu Oyarbide)

- El interés, la curiosidad e incluso el deseo de aprender, son factores personales importantes del alumno que deben ser considerados.
- Es importante tener en cuenta el nivel de desarrollo del alumno, por lo que los temas de estudio se tienen que adecuar a este.
- Para conseguir los objetivos que el docente tiene planteados a largo plazo, este debe asegurarse de que el alumno sea consciente de la importancia de sus esfuerzos, de esta manera, según Bruner los resultados se podrán ver reflejados mientras se está resolviendo el problema.

La motivación es el principio básico de todo proceso de enseñanza, por esto es que la enseñanza considera que la motivación es indispensable ya que el aprendizaje se logra por la satisfacción de necesidades básicas. (Granata, Barale, & Chada, 2000)

Según Stenhouse (1991), enseñar es un comportamiento intencional cuya finalidad ha de ser claramente planteada, es decir, que si el profesor propone claramente su meta y expresa los cambios que espera producir en los estudiantes o los rendimientos que estos serán capaces de obtener, el camino hacia la meta puede verse bien definido, incluso el profesor podrá comprobar si esta se ha conseguido.

Normalmente categorizamos la enseñanza como la tarea principal que tiene un docente, pero esta función no solo puede ser atribuida a este; sino a cualquier persona que tenga la capacidad de influir sobre otros. La enseñanza más que vista como el hecho transmitir algo, va de la mano con el aprendizaje; por lo que muchas concepciones y teorías apuntan más hacia estas dos al mismo tiempo “enseñanza-aprendizaje” pues ambas se complementan.

Las teorías de la enseñanza son 4:

- Teoría del aprendizaje por descubrimiento
- Teoría instruccional ecléctica
- Teoría instruccional sistémica
- Teoría del aprendizaje significativo

Dado que el proyecto se basa en teorías instruccionales, nos centraremos únicamente en aquellas que los autores consideran más importantes para el desarrollo del proyecto y posteriormente serán aplicadas en este; describiéndolas detalladamente a continuación.

2.2.2.2. Teoría instruccional ecléctica. Esta teoría fue desarrollada por el psicólogo norteamericano Bandura A., también es conocida como la teoría del aprendizaje observacional o modelado, en el cual se basa en que el estudiante retiene en su memoria aquellas imágenes o códigos verbales que anteriormente fueron observadas en algún modelo (Reidl Martínez, 2012). Para el estudiante o para cualquier persona es más fácil retener esta información si el tema es de su interés y se encuentra de tal manera que llame atención.

Esta teoría surgió gracias a que Bandura realizó una serie de trabajos con el objetivo de cambiar la orientación tradicional de las teorías del aprendizaje. De esta manera Bandura rescata algunas ideas relacionadas con el conductismo y las combina con otras de tipo cognitivista, así se le dio el nombre a esta teoría, siempre enfatizado en aquellos fenómenos de aprendizaje experiencial que son susceptibles a sustitución o imitación.

Por lo tanto, para que haya una correcta imitación o reproducción del aprendizaje es necesario que el estudiante: considere la conducta del modelo, enseguida realice una codificación adecuada de las imágenes, luego las retenga en la memoria y por último sea capaz de realizar acciones que no afecten al aprendizaje.

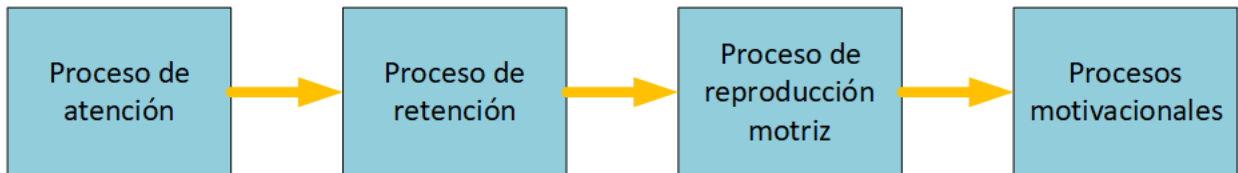
Esta teoría ha sido empleada en las técnicas de modificación de conductas; ya que el alumno tiene la capacidad de cambiar patrones de comportamiento a través de la observación, también se emplea en las técnicas de desarrollo de la personalidad y en el aprendizaje de valores (Gavilánez Montero, Rodríguez Ortiz, & Sierra Cevallos, 2015).

Algo importante a resaltar de esta teoría es que “Bandura alude con el nombre de *determinismo recíproco* (figura 2), al funcionamiento psicológico consistente en la interacción que se produce,

de manera continua, entre la conducta personal del estudiante y el determinismo del medio ambiente”.

Figura 2

Determinismo recíproco



Nota: Tomado de Gavilánez Montero, Rodríguez Ortiz & Sierra Cevallos (2015)

Por tanto, se alude a C como comportamiento; F función; A alumno; M medio ambiente y la interdependencia inicial I, en este caso *el conductismo clásico* se expresaría mediante la fórmula $C=F(AM)$, es decir, el comportamiento es igual a la función del alumno y del medio ambiente.

Sin embargo, Bandura, propone una idea diferente con la formula $C=F(IAM)$, es decir, que no se considera de manera aislada las funciones del alumno y del medio ambiente, sino que se consideran como la función de la interacción de ambos.

2.2.2.3. Teoría instruccional sistémica. Esta teoría fue desarrollada por Robert Gagné, el cual consiste en la aplicación de la teoría general de sistemas en el entorno educativo. Gagné en esta teoría afirma que existen diversos tipos, fases o niveles de aprendizaje y que cada uno de ellos requiere un tipo diferente de instrucción.

Las fases se describen a continuación: (Gottberg de Noguera, Noguera Altuve, & Noguera Gottberg, 2012)

- *Fase de motivación:* es la primera fase en el proceso del aprendizaje, en la cual se plantea unos objetivos y se impulsa al estudiante hacia el logro de estos, creando una expectativa que mueve el aprendizaje.
- *Fase de comprensión o aprehensión:* en esta fase el alumno presta atención a aquellos aspectos o temas interesantes para él y que le interesa aprender.
- *Fase de adquisición:* en esta tercera fase se produce la adquisición de la información y la codificación de la misma. En esta fase se pasa del no-aprendizaje al aprendizaje.
- *Fase de retención:* después de adquirir todo el conocimiento y de ya haber codificado toda la información, ahora se procede a almacenarlo en la memoria, es decir, lo aprendido ahora hace parte de la memoria a largo plazo.
- *Fase de recuerdo:* durante esta fase por medio de algún estímulo se espera recuperar la información almacenada, aquí es donde entra en acción el recuerdo.
- *Fase generalización:* después de haber recuperado la información ocurre una transferencia que permite generalizar lo aprendido, trasladando la información a distintos contextos e intereses que tenga el alumno.
- *Fase de desempeño:* en esta fase se verifica si realmente el estudiante aprendió los conceptos proporcionados, poniendo en práctica lo aprendido.
- *Fase de retroalimentación:* en esta fase final se comprueba si se cumplieron las expectativas y los objetivos planteados inicialmente por el docente en la fase de motivación, de esta manera el aprendizaje se fortalecerá y se tendrá la certeza de haber realizado un buen trabajo.

En función de estas fases, Gagné también desarrolló lo que se conoce como *los 9 eventos de instrucción*, que se encuentran implícitos dentro de dichas fases, con el objetivo de definir claramente las instrucciones que deben plantearse en el diseño de material pedagógico, estos se pueden observar en la figura 3.

Figura 3

Los 9 eventos de instrucción de Gagné.



A continuación, se describe en que consiste cada uno de los eventos: (Kruse, 2009)

1. *Ganar atención:* Inicialmente se debe llamar la atención del estudiante de tal manera que se despierte su curiosidad, ya sea por medio de una ilustración, haciendo una pregunta, contando una anécdota, etc.
2. *Informar a los alumnos los objetivos de aprendizaje:* Antes de iniciar cualquier lección; los estudiantes deben conocer los objetivos de aprendizaje propuestos, de esta manera

ellos tendrán claro lo que van a aprender creando cierto nivel de expectativa lo que los motivará a completar la lección.

3. *Estimular el recuerdo del aprendizaje previo:* Para estimular el recuerdo lo ideal es relacionar la nueva información con conocimientos previos que los alumnos posean, de esta manera se facilita el proceso de aprendizaje. Por ejemplo, haciendo preguntas sobre experiencias anteriores o comprensión de conceptos anteriores.
4. *Presentar el contenido:* En lo posible en la presentación del contenido se debe utilizar diferentes medios de aprendizaje como textos, gráficos, ilustraciones, videos, etc.
5. *Proporcionar “orientación para el aprendizaje”:* El docente debe ayudar a los alumnos a seguir el proceso de aprendizaje; orientándolo por medio de ejemplos, estudio de casos, representaciones gráficas, etc.
6. *Obtener rendimiento (práctica):* se debe tratar de mantener una participación activa de los estudiantes, esto se logra preguntándoles, pidiéndoles que practiquen lo aprendido por medio de ejercicios o talleres.
7. *Proporcione comentarios:* Realizar una retroalimentación (feedback) con el objetivo de que los estudiantes aclaren sus dudas.
8. *Evaluar el desempeño:* Verificar el aprendizaje adquirido por los estudiantes por medio de evaluación continua, preguntas, etc. El alumno debe completar la evaluación sin la necesidad de recibir orientación, comentarios o sugerencias adicionales.

9. *Mejorar la retención y la transferencia al trabajo:* Ayudar a los alumnos a reforzar los conocimientos adquiridos y aplicarlos en un nuevo entorno llevándolos a la práctica, simulando un entorno laboral, por ejemplo.

Por otro lado, Gagné afirma que existen algunos condicionantes tanto internos como externos que regulan el proceso de aprendizaje. Como condicionantes internos se tiene la adquisición y el almacenamiento de capacidades y como condicionantes externos los acontecimientos contextuales. Además, afirma se pueden encontrar algunas categorías de aprendizaje o capacidades que se pueden aprender el cual son la información verbal, las destrezas intelectuales, las estrategias cognoscitivas, las habilidades motoras y actitudes. (Reidl Martínez, 2012).

A continuación, se describen cada una de las categorías que Gagné denomina como los dominios del aprendizaje: (Gottberg de Noguera, Noguera Altuve, & Noguera Gottberg, 2012)

- *Habilidades motoras:* se refiere a las habilidades o destrezas que tienen que ver con el sistema muscular del ser humano el cual son importantes en algunas áreas del aprendizaje.
- *Información verbal:* hace referencia a la capacidad de aprender y retener una cantidad considerable de información como nombres, recuerdos, hechos y demás.
- *Destrezas intelectuales:* este dominio permite que el sujeto aprenda cómo hacer las cosas y saber qué hacer con la información.
- *Estrategias cognoscitivas:* hacen referencia a todas aquellas formas para controlar los procesos de aprendizaje, así mismo como la conducta del estudiante ante lo que está aprendiendo y lo que piensa de ello.

- *Actitudes*: son todas aquellas capacidades que influyen sobre las acciones de cada persona individualmente y que se utilizan para la enseñanza de valores.

2.2.3. Diseño o modelo instruccional

El diseño instruccional es concebido como el entendimiento, mejora y aplicación de métodos de instrucción sobre un curso o temática, consiste en el proceso de decidir qué métodos de instrucción son los mejores en función de generar los cambios deseados en el conocimiento y las habilidades para el contenido específico de un curso y su población de estudiantes específica. El resultado de un diseño instruccional como una actividad profesional es el análogo al de un “plano de arquitecto”, en el que el plano es la prescripción o el diagnóstico de los métodos que deberían ser usados, para posteriormente poder diseñar adecuadamente los métodos de instrucción, o la combinación óptima de métodos y situaciones para satisfacer las necesidades del estudiante y tras esto aplicar el material instruccional y evaluarlo con el fin de reconocer posibles mejoras. (Reigeluth C. M., 1999)

El diseño instruccional hace referencia a un proceso sistémico, en el que por medio de actividades interrelacionadas permite desarrollar todo tipo de ambientes que faciliten la construcción del conocimiento. (Belloch, 2012)

Existen muchas definiciones para lo que es un diseño instruccional, sin embargo, algunos autores tienen su propia perspectiva de lo que el diseño instruccional es, a continuación, veremos algunos de los más representativos: (Belloch, 2012)

Bruner afirma que el diseño instruccional “se ocupa de la planeación, la preparación y el diseño de recursos y ambientes necesarios para que se lleve a cabo el proceso de aprendizaje”.

Reigeluth define el diseño instruccional como aquella disciplina que establece métodos óptimos de instrucción, con el fin de desarrollar habilidades en los estudiantes y obtención del conocimiento.

Broderick lo describe como la ciencia de crear un ambiente y materiales instruccionales que llevan al aprendiz de no ser capaz de realizar ciertas tareas, a un estado en el que puede realizarlas.

Según Reigeluth (2012), uno de los representantes del diseño instruccional, las personas aprenden a diferentes ritmos y tienen diferentes necesidades de aprendizaje y aun así las escuelas, universidades y programas de entrenamiento de toda índole comúnmente enseñan de forma predeterminada un contenido fijo en un intervalo de tiempo preestablecido, de modo que inevitablemente los alumnos de aprendizaje más lento se ven obligados a avanzar a nuevas temáticas sin haber entendido completamente las anteriores, y así mismo los alumnos más rápidos se aburren o se frustran esperando al resto del grupo para seguir adelante con el curso. Reigeluth afirma que el paradigma actual de la educación consiste en diseñar un curso en el que se maximice el aprendizaje sin forzar a los estudiantes más lentos a seguir adelante sin haber aprendido el tema actual, ni forzar a los más rápidos a esperar al resto de la clase. Sin embargo, según Reigeluth (2012), también es importante considerar que no es posible educar a todos los estudiantes a altos niveles, además de ser innecesario ya que la industria no puede albergar a una gran cantidad de profesionales de alto nivel, sino que se requiere una gran variedad, él plantea que el sistema educativo debería ordenar a los estudiantes para maximizar el aprendizaje.

Con la aplicación del diseño instruccional en el desarrollo del material teórico práctico para la asignatura, el proyecto busca atender a estas diferencias en el ritmo de aprendizaje de los estudiantes de un grupo, identificando los posibles perfiles estudiantiles presentes y posteriormente

desarrollando distintos tipos de ayuda pedagógica que logren satisfacer las necesidades de cada uno.

En los roles modernos según Reigeluth (2012), el profesor ha pasado de ser el dirigente de la clase, a un guía de acompañamiento para el estudiante, las 3 funciones principales correspondientes al docente son:

- Diseñador del material para el estudiante: incluye las guías de aprendizaje y los medios de transmisión del conocimiento y las actividades.
- Facilitador del proceso de aprendizaje: acompañamiento en el uso del material, análisis, reflexión y discusión del material.
- Mentor: una persona encargada de apoyar al estudiante en su desarrollo.

Por otro lado, el rol moderno para el estudiante consiste en aprender como un proceso activo, debe esforzarse por aprender, debe ser autodirigido y automotivado.

Finalmente, el rol de la tecnología es el de poner a disposición del estudiante las diferentes herramientas instruccionales que se han diseñado para el curso, ya que intentar instruir a un grupo de 25 alumnos aprendiendo distintos conceptos al mismo tiempo puede llegar a ser muy difícil para los docentes. La tecnología puede mostrar al estudiante las herramientas instruccionales (como simulaciones, tutoriales, ejercicios, herramientas de la comunicación y objetos de aprendizaje), puede brindar herramientas de monitoreo y apoyo al progreso y aún más, puede poner a disposición herramientas para ayudar a otros docentes a desarrollar nuevas herramientas instruccionales. La tecnología puede poner a disposición de los alumnos todas las funciones mencionadas previamente en cualquier momento y lugar.

2.2.3.1. Medios de instrucción. Son todos los dispositivos y materiales usados en los procesos de enseñanza y aprendizaje para llevar a cabo las instrucciones planeadas (Matiru, Gasser, & Schlette).

Los medios instruccionales tienen ventajas importantes porque estos:

- Facilitan la reproducción repetida de un procedimiento.
- Proveen acceso visual a un proceso o técnica.
- Focalizan la atención en conceptos clave.
- Proveen un marco de referencia común para un gran número de aprendices.
- Logran un uso eficiente del tiempo de cada aprendiz.

Los medios de instrucción adecuados para cada objetivo de aprendizaje pueden maximizar los resultados sobre el estudiante, atendiendo a esto Romiszowski (1988), define diferentes tipos de material a desarrollar para diferentes razones pedagógicas como se muestra en la tabla 2.

Tabla 2

Tipo de material a desarrollar en función de la razón pedagógica

Razones para usar medios instruccionales	Tipo de material
Para formar una idea clara de algo	Modelo, objeto real
Para promover actividades mentales en los estudiantes	Manuales, guías, videos
Para reconocer el progreso de los estudiantes	Pruebas, guías con tareas
Para condensar cantidades grandes de información	Diagramas
Para evidenciar lo esencial dejando en el fondo lo no esencial.	Modelos, métodos, esquemas

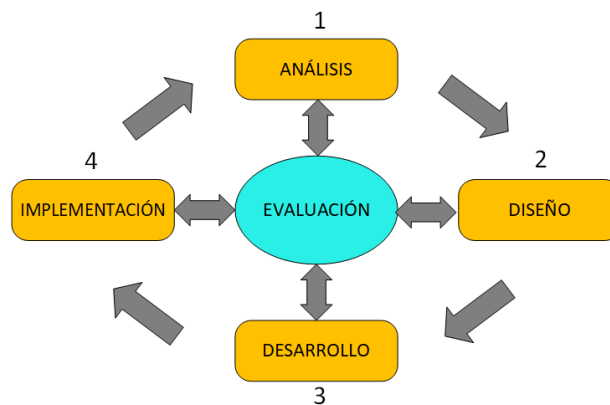
El diseño instruccional cuenta con una serie de modelos que se fundamentan en las diferentes teorías del aprendizaje, los modelos más destacados son: el modelo de Gagné, el modelo de Gagné y Briggs, el modelo ASSURE de Heinich, el modelo de Dick y Carey, el modelo de Jonassen y por último el modelo ADDIE.

En el presente proyecto se utilizará como referencia el modelo de Gagné mencionado previamente y el ADDIE que se explicará a continuación.

2.2.3.2. Modelo de diseño instruccional ADDIE. Es un modelo de diseño instruccional en donde se lleva a cabo un proceso interactivo. En este modelo, los resultados que se obtienen en cada fase por medio de la evaluación formativa; permiten al diseñador instruccional devolverse a cualquiera de las fases previas, en donde el producto final de una fase corresponde al producto inicial de la siguiente fase. (Belloch, 2012)

En la figura 4, se muestra un esquema de las respectivas fases de este modelo.

Figura 4
Modelo ADDIE



Nota: Tomado de Belloch (2012).

Veamos en que consiste cada una de las fases según (Belloch, 2012):

- **Análisis:** esta fase corresponde a describir las necesidades de formación de los estudiantes, por medio de un análisis de los contenidos, el entorno y por supuesto los estudiantes.
- **Diseño:** corresponde al desarrollo del programa del curso de forma pedagógica, secuenciando y organizando todos los contenidos de la asignatura.
- **Desarrollo:** hace referencia a la producción de los contenidos y materiales de aprendizaje.
- **Implementación:** por medio de la participación de los alumnos se hace la puesta en práctica y la ejecución de la acción formativa.
- **Evaluación:** en esta fase se lleva a cabo la evaluación formativa de cada una de las etapas y adicionalmente la evaluación sumativa que se realiza por medio de pruebas específicas con el fin de analizar los resultados de la acción formativa.

2.2.3.3. Herramientas tecnológicas en la educación y su relación con el diseño instruccional. El impacto que han tenido las herramientas tecnológicas tanto en la sociedad como en la educación ha sido muy significativo, principalmente en la educación; pues la manera como los maestros o docentes imparten el proceso de enseñanza junto con estas herramientas les han permitido desempeñar mejor su labor, así mismo en el proceso de aprendizaje del estudiante en donde se observa una notable mejora en la calidad educativa de este y en la forma como recibe, maneja e interpreta la información.

La literatura del diseño instruccional enfocado en E-learning, sostiene desde sus inicios que el éxito del E-learning se debe a la relación que mantiene con modelos de diseño instruccional, que

mezclan el diseño del material de aprendizaje, con la selección y uso efectivo de las herramientas tecnológicas. (Kanuka H., 2006)

Según Reigeluth (2012), la teoría instruccional es de suma importancia como base para el diseño de herramientas tecnológicas.

En el momento de implementar herramientas informáticas en la educación, el modelo instruccional presenta una especial utilidad ya que este, por su estructura, permite definir efectivamente cómo se construirá el conocimiento, con qué herramientas, y cuáles son los resultados esperados, buscando llenar cada posible vacío desde el diseño del material. De esta manera se puede definir claramente, en el diseño, que la construcción del conocimiento se realice de forma autónoma por parte del estudiante, pero siguiendo instrucciones con objetivos de aprendizaje. De esta manera el diseñador construye el material enfocado hacia su uso práctico involucrando herramientas tecnológicas que se adapten tanto a la necesidad como a los conocimientos previos del estudiante, con el fin de generar la motivación necesaria en el autoaprendizaje y alcanzar los objetivos pedagógicos propuestos.

A diferencia de los métodos de enseñanza tradicionales en los que el docente dirige la clase y resuelve las posibles dudas que se presenten a lo largo de la cátedra, en el diseño instruccional de pedagogía apoyado en herramientas tecnológicas se intenta abarcar cada posible detalle previamente a la implementación, con una instrucción, por tanto, en el uso de material digital de forma autodidacta, este modelo resulta ser el más adecuado, sin embargo, el docente debe acompañar a los estudiantes y retroalimentarlos con el fin de maximizar el aprendizaje

Las TIC's son todos aquellos recursos, equipos, herramientas, redes, programas informáticos, aplicaciones y medios; que permiten tanto la recolección, el procesamiento, el almacenamiento y

la transmisión de información de datos, textos, videos, imágenes y demás; (MinTIC, 2020), con el fin de presentarla de la manera más variada posible y poderla compartir con otros.

Este tipo de herramientas tecnológicas contribuyen o le aportan al desarrollo del país y además impulsan todos aquellos procesos que de una u otra forma contribuyan a la innovación, la productividad, la competitividad, la inclusión social y la sostenibilidad en cualquier área como la investigación, la salud, la infraestructura, etc. (CEPAL, 2011)

Las TIC's permiten crear redes de conocimiento en donde cualquier persona desde cualquier parte del mundo puede interactuar con otros, realizar proyectos de forma colaborativa, compartir contenido y acceder a toda la información que se proporcione, permitiendo a cada persona ser el protagonista de su propio aprendizaje y desarrollando su capacidad "multi-sensorial". Adicionalmente las TIC's permiten que los procesos de aprendizaje estén enfocados tanto en las necesidades, gustos, intereses, y habilidades de cada estudiante o cualquier persona que tenga acceso a la información. (EDUCLIC, 2014)

Con la tecnología instruccional los estudiantes pueden trabajar más activa e independientemente, auto ajustarse a su ritmo de estudio y repetir la explicación cuando sea necesario, logrando situaciones difíciles de la perspectiva clásica de la enseñanza, por ejemplo, la repetición del material de aprendizaje múltiples veces hasta tener completamente claros los puntos clave (He, Swenson, & Lents , 2012).

En un aula de clase con la implementación de estas metodologías de aprendizaje los maestros y alumnos pueden trabajar de la mano para desarrollar nuevas y mejores ideas, despertando la curiosidad, la imaginación, la empatía y el pensamiento crítico y analítico.

Algunas herramientas tecnológicas que facilitan el aprendizaje en la educación superior son, Excel, Moodle, Edmodo, Kahoot, PowerPoint, YouTube etc. Sin embargo, atendiendo al modelo instruccional con el análisis de la asignatura y de acuerdo con el diagnóstico realizado previamente, este proyecto se centra en el uso de Excel.

2.2.3.4. Excel. Es una herramienta que permite analizar, organizar y visualizar datos, además de realizar un sin número de operaciones, realizar diferentes tipos de gráficas, etc. y que con un correcto uso y comprensión de sus funciones los estudiantes, docentes y cualquier persona puede adquirir una serie de habilidades que le permitirán aprovechar al máximo todo lo que ofrece esta herramienta.

Según Pamela Lewis, autora del libro “La magia de la Hoja de Cálculo” considera que cualquier estudiante que tenga acceso a un computador debe utilizar esta herramienta de aprendizaje, pues señala que se pueden desarrollar algunas habilidades en cualquier estudiante como: (López Noriega, Lagunes Huerta, & Herrera Sánchez, 2006)

- La organización de datos, en donde es capaz de categorizarlos, ordenarlos, identificar elementos claves y otros.
- Interpretar y analizar la información por medio de la realización de diferentes tipos de gráficas.
- Comprensión del concepto de porcentaje por medio de gráficas.
- Para cualquier conjunto de datos identificar elementos estadísticos como la media, el rango, la mediana, etc. y así mismo interpretarlos de manera adecuada.
- Descubrir patrones

- Utilización de fórmulas y condicionales para la solución de problemas y así mismo cambiar aquellas variables que pueden afectar el resultado.
- Entender elementos y conceptos matemáticos como la adición, sustracción, división, multiplicación y conteo.

Esta herramienta presta especial utilidad en el contexto del aprendizaje en la asignatura Dirección de Operaciones II ya que permite agilizar los procesos de cálculo aritméticos en las distintas planeaciones que se generan en la asignatura y por tanto le permite al estudiante centrarse en el análisis y cuidado sobre el tratamiento de los datos y la situación real.

2.2.4. Definiciones y conceptos de la temática de la asignatura

2.2.4.1. Introducción. Hoy en día la administración de las operaciones ha cobrado especial importancia pues esta es una de las áreas que permite a cualquier empresa tener control, organizar, planificar, etc. todas sus operaciones dentro de la organización y en su cadena de suministro, de tal manera que se aumente la calidad de sus productos, la productividad en sus operaciones, disminuir costos y por su puesto mejorar la satisfacción de sus clientes.

La administración de operaciones, al ser una disciplina que hace parte de la ingeniería industrial, resulta de vital importancia que los estudiantes la conozcan, estudien y entiendan, pues permite comprender de forma amplia la dimensión que esta abarca y las responsabilidades que conlleva tenerla presente al momento de desempeñarse en una empresa para tomar buenas decisiones que la beneficien.

A continuación, se exponen algunos conceptos importantes que hacen parte de esta asignatura y que serán tratados en el material desarrollado en el proyecto: (Chase, Jacobs, & Aquilano, 2009)

2.2.4.2. Planeación agregada. Es un proceso de proyección para planear las ventas y la producción a un futuro de mediano plazo, es decir, entre 3 y 18 meses, que permite mejorar el servicio al cliente con tiempos de entrega más bajos, evitar excesos de inventarios o escasez de producción y facilitar a la gerencia el manejo del negocio. Este proceso está diseñado para ayudar a las empresas a establecer un equilibrio entre la oferta y la demanda, partiendo de un pronóstico de la demanda y con una política establecida por los directivos de distintos departamentos, la compañía puede saber cuándo, cuánta y cómo generar su producción, variando factores como el inventario, la mano de obra y los niveles de producción.

La planeación agregada, tiene su nombre precisamente porque la planeación no se hace en función de cada producto que una compañía oferta, sino que se establece lo que se conoce como unidad agregada, que reúne las características de distintos productos de la misma familia, y permite realizar una proyección generalizada.

Existen 2 estrategias básicas para la planeación agregada de la producción:

1. Estrategia de seguimiento: Esta estrategia, también llamada estrategia de caza o cero inventarios, busca igualar la producción con la demanda variando la fuerza laboral, es decir, contratando o despidiendo empleados de un periodo a otro según sea necesario. Esta estrategia resulta favorable cuando las tareas que van a realizar los empleados son de rápido aprendizaje y por lo tanto poca capacitación, además, debe considerarse la existencia de trabajadores disponibles para cuando sean necesarios. Por otro lado, esta estrategia resulta desfavorable por el impacto emocional generado sobre los empleados, dado el temor a ser despedidos en periodos de baja producción podrían reducirse los ritmos de trabajo.

2. Estrategia de nivelación: Esta estrategia también se conoce como de mano de obra constante, y busca mantener una fuerza de trabajo estable a lo largo de toda la proyección, de modo que en algunos periodos existen sobrantes que pueden llenar los vacíos de los periodos en los que existan faltantes. Esta estrategia resulta favorable con los empleados por su estabilidad laboral, y puede resultar en menores costos si el costo de mantener inventario es bajo, sin embargo, el servicio al cliente es bajo por las ventas perdidas en periodos en los que la demanda es más alta que la producción y no se tengan inventarios, además también existe la posibilidad de que el producto no pueda ser guardado por mucho tiempo dada su naturaleza, por ejemplo, productos orgánicos.

Estas dos estrategias, sin embargo, pueden ser complementadas e incluso mezcladas entre sí generando estrategias más adecuadas en la industria. Dos complementos frecuentemente usados para suavizar la estrategia son:

- Horas extra: Muchas compañías manejan dentro de su política un número de horas extras permitidas por trabajador que permiten extender la producción.
- Subcontratación: Cuando las compañías han agotado todos los recursos productivos propios, pero aún necesitan producción, recurren a la subcontratación, que no es más que ceder parte de la producción a un proveedor. Esta estrategia es útil para ajustarse a las fluctuaciones de la demanda, sin embargo, se puede perder control sobre la calidad del producto.

2.2.4.3. Planificación de requerimiento de materiales. El MRP o la planeación de requerimientos de materiales es una metodología que permite gestionar el inventario y planificar pedidos de materias primas con demanda dependiente, en donde se determina cuándo fabricar o comprar cada uno de los materiales, partes y componentes requeridos para fabricar un producto final y las fechas en que se deben realizar y recibir los pedidos.

El MRP se compone de 3 elementos.

1) Programa maestro de producción (MPS): Es un plan a corto plazo en donde los tiempos son desglosados y se especifica la cantidad de productos finales que se van a producir y cuándo. Los periodos de tiempo pasan de ser meses a semanas, por lo general se hace para un horizonte de 12 semanas. El plan agregado en este caso se descompone, por lo que las familias de productos se dividen en productos concretos.

2) Lista de materiales (BOM): El archivo con la lista de materiales contiene la descripción completa y detallada del producto, el cual incluye materiales, piezas, componentes o partes que conforman el producto, la cantidad necesaria de cada componente para formar una unidad de dicho producto y la secuencia en la que se combinan los componentes para la elaboración de una unidad. El BOM también es llamado árbol del producto, ya que muestra cómo se arma dicho producto y contiene la información para identificar cada artículo o componente y la cantidad usada en la pieza que corresponde.

3) Archivo de registro de inventarios (IRF): En el registro de inventarios se pueden encontrar datos importantes como el stock de seguridad, órdenes programadas, tamaño del lote, tiempos de suministro, estado de inventarios, etc. de cada componente del producto.

2.2.4.4. Planificación de necesidades de capacidad. Hace referencia al proceso de programación de la capacidad de los centros de trabajo en el corto plazo, un centro de trabajo puede ser una máquina, varias e incluso una zona en la que se ejecuta cierta operación, estos pueden organizarse de acuerdo con sus funciones, por producto en una línea continua, por celdas, etc.

En los centros de trabajo existen secuencias que los productos deben seguir para que se completen, por tanto, la planificación de necesidades de capacidad consiste en determinar el orden de las corridas de trabajo y asignar un centro de trabajo a cada una de las operaciones necesarias para terminar un producto, permitiendo así determinar la secuencia de realización de los pedidos, medir el desempeño del centro de trabajo, y controlar el taller conociendo el estado de un pedido e identificando los pedidos retrasados, además de determinar si es posible realizar la producción completamente o no en función de la capacidad disponible.

Existen 4 tipos de procesos de manufactura en los que se programa la capacidad dependiendo del sector:

1. Proceso continuo: Compuestos químicos, metalúrgica, comida enlatada.
2. Manufactura de gran volumen: Automóviles, teléfonos, electrodomésticos.
3. Manufactura de volumen medio: Piezas industriales, productos de consumo.
4. Centros de trabajo de volumen bajo: Equipos a la medida, prototipos.

2.2.4.5. Teoría de restricciones. Es una filosofía de gestión empresarial para controlar los procesos y la cadena de suministro desarrollada por el físico Eliyahu Goldratt, logró su reconocimiento gracias al libro La Meta, esta filosofía se basa en que un sistema está basado en conjunto de elementos dependientes entre sí, y su capacidad de producción está basada en su centro de trabajo más débil, que en palabras de la teoría fue llamado Cuello de Botella. Esta teoría establece que el sistema productivo debe ser visto como un todo con una meta específica, generar dinero.

Los parámetros básicos para medir el rendimiento en la teoría de restricciones son el Throughput definido como el ritmo al que se genera el dinero, el inventario definido como el dinero invertido en adquirir cosas que se pretenden vender y los gastos de operación definidos como el dinero que el sistema usa para convertir los inventarios en Throughput.

La filosofía establece que es importante considerar los factores que afectan el ritmo de la producción, estos son los sucesos dependientes que hacen referencia a las operaciones secuenciales en una línea productiva y las fluctuaciones estadísticas que hacen referencia a la variación del ritmo de producción de un recurso específico, lo que podría atrasar el ritmo de toda la línea productiva dependiente.

2.2.4.6. Programación lineal en operaciones. La programación lineal es un algoritmo matemático por el cual se puede dar solución a problemas indeterminados por medio de ecuaciones lineales y optimizando la función objetivo. Esta técnica es ampliamente utilizada y diseñada para ayudar a los directores de operaciones a planificar y tomar las decisiones necesarias para asignar los recursos.

La programación lineal tiene como objetivo principal optimizar (maximizar o minimizar) alguna cantidad normalmente beneficios o costos por medio de funciones lineales, de tal manera que las variables de dichas funciones estén sujetas a una serie de restricciones que se expresan mediante un sistema de inecuaciones lineales.

Un problema de programación lineal se compone de 3 elementos fundamentales:

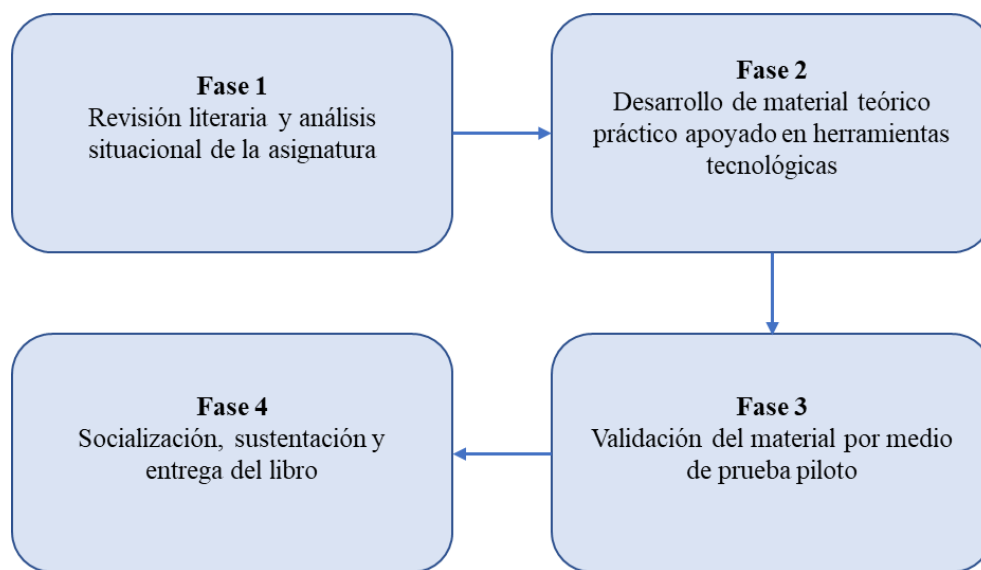
- Variables de decisión
- Función Objetivo
- Restricciones

3. Metodología

El presente trabajo se desarrolló por medio de 4 fases que se encuentran consignadas en la Tabla 1 agrupadas en función de las actividades y los resultados esperados, en la Figura 5 se resumen las 4 fases junto con una breve descripción para cada una.

Figura 5

Fases de la metodología para el desarrollo del proyecto



3.1. Primera fase

Como primera fase en el desarrollo de este trabajo de grado se plantea la realización de un estudio diagnóstico que involucre la perspectiva de los estudiantes, el docente y un benchmarking de otras universidades que permita ratificar la problemática planteada además de encaminar el proyecto hacia las posibles soluciones. Posteriormente se realiza una revisión de literatura que permita la elaboración del marco de antecedentes y la contextualización teórica referente a las estrategias de enseñanza y aprendizaje usadas en la educación superior e ingeniería, y las temáticas

relacionadas con la planeación de la producción, implicando el uso de herramientas tecnológicas con base a modelos instruccionales.

3.1.1. Realización de estudio diagnóstico

Con el estudio diagnóstico se busca definir la situación actual de la asignatura abarcando aspectos internos y externos en función de la perspectiva de los estudiantes, el docente y un benchmarking con otras universidades con respecto a la asignatura en general, obteniendo información sobre distintos factores como la dificultad percibida sobre las temáticas, el uso y la calidad del material de estudio ofrecido por el docente, el uso de las horas de estudio independiente, las posibles herramientas tecnológicas que le agregarían valor a la pedagogía, etc.

Para evaluar la percepción del estudiante se diseña un instrumento de encuesta usando escala Likert y preguntas binarias con el objetivo de facilitar un posterior análisis estadístico, sin embargo, en algunas preguntas se permite la respuesta abierta buscando obtener ideas y sugerencias específicas por parte de los estudiantes. Este instrumento es aplicado al finalizar el semestre 2020-1 con el fin de evitar sesgos por desconocimiento de las temáticas, la técnica de muestreo a utilizar es un muestreo por conveniencia ya que la población es pequeña. Posterior a su aplicación se realiza un análisis por medio de estadística descriptiva que permita definir cuáles son las problemáticas directas por abordar.

3.1.2. Revisión de la literatura

En esta actividad se recolecta información relacionada con estrategias de enseñanza y aprendizaje en general, posteriormente se toma un enfoque en las estrategias complementadas con herramientas tecnológicas y modelos instruccionales, finalmente se aborda la información teórica relacionada con la temática de la asignatura. Esta actividad se hace con el objetivo de reconocer el contexto, las tendencias y los antecedentes de la docencia en la educación superior,

específicamente en ingeniería que permitan desarrollar el material teórico práctico más adecuado y coherente en el contexto de la asignatura.

3.2. Segunda fase

Con los resultados obtenidos de las actividades realizadas en la primera fase, es posible definir las estrategias pedagógicas y las herramientas informáticas que se usarán en la asignatura en un contexto mucho más adecuado, con base a esto se diseñan y construyen los distintos medios pedagógicos.

3.2.1. Construcción de material teórico práctico

Se construye material teórico práctico basado en un modelo instruccional con los conceptos y métodos usados para afrontar problemáticas de las temáticas de la asignatura, generando guías, y talleres prácticos, que a la par de su uso, le explican al estudiante la teoría de la asignatura referente al método a seguir y los conceptos usados para resolver los talleres de manera autónoma, con el fin de reforzar conceptos en el tiempo de estudio independiente sin que requiera del docente. Sumado al material desarrollado se diseñan videos y mapas conceptuales atendiendo a complementar las guías y satisfacer las necesidades pedagógicas de los diferentes perfiles existentes en los estudiantes.

El material por desarrollar junto con el contenido de la asignatura correspondiente al mismo se presenta en la tabla 3.

Tabla 3

Material a desarrollar en las temáticas correspondientes planteadas en la descripción de la asignatura

Temática	Material por desarrollar
4. Planificación agregada	Guía teórica, guía ofimática, taller, videos, mapa conceptual
5. Planeación de requerimientos de materiales	Guía teórica, guía ofimática, taller, videos, mapa conceptual
6. Planeación y control de la capacidad	Guía teórica, guía ofimática, taller, videos explicativos, mapa conceptual
8. Manufactura sincrónica y teoría de restricciones	Guía teórica, taller, videos explicativos, resúmenes, mapa conceptual
10. Programación lineal en operaciones	Guía teórica, guía ofimática, videos explicativos, mapa conceptual.

3.2.2. Diseño de guía ofimática, guía teórica y taller.

Se diseña una guía ofimática basada en Excel como una guía práctica que permita complementar el uso de las guías teóricas y la resolución del taller, esta tiene como base un modelo instruccional de enseñanza de modo que a la par de que el estudiante resuelve el ejercicio propuesto, conoce los conceptos involucrados y el método usado en la resolución. La herramienta ofimática consta de un libro de Excel, en el que se presenta el método, paso a paso, comentado y formulado para facilitar su interpretación y su autoaprendizaje, guiando al estudiante para que logre generar planeaciones y variaciones a distintos escenarios de una misma problemática, ampliando el material de estudio al que el estudiante tiene acceso.

3.2.3. Diseño de videos y mapas conceptuales

Se crean videos explicativos para los principales conceptos y métodos de modo que el estudiante pueda repetirlo cuantas veces lo necesite, además se construyen mapas conceptuales

que permitan repasar los conceptos además de hacer más eficiente el uso del tiempo para aquellos estudiantes que lo requieran.

3.3. Tercera fase

Esta fase tiene como foco la implementación en una prueba piloto de la propuesta pedagógica y el material teórico práctico desarrollado para validar su efectividad. Posterior a la prueba piloto del material se recoge información de su percepción por parte del estudiante con el fin de hacer las adecuaciones pertinentes.

3.3.1. Prueba piloto

Durante un semestre académico se desarrollan actividades de implementación del material con estudiantes cursando la asignatura Dirección de operaciones II en un curso del profesor Fabio Velasco.

3.3.2. Validación de la prueba piloto

Para la validación del material desarrollado, se aplica un instrumento de recolección de información cualitativo al finalizar la prueba piloto con el fin de determinar si el material efectivamente cumple con las expectativas del estudiante y se logran los objetivos de aprendizaje. Por otro lado, el instrumento permite identificar oportunidades de mejora para la adecuación final del material diseñado.

3.4. Cuarta fase

En esta fase se socializan los resultados obtenidos en el proyecto a las partes interesadas en la comunidad académica (grupo Galea) con el objetivo de dar a conocer la propuesta pedagógica desarrollada, de modo que permita replicar la metodología propuesta en otras asignaturas y esto permita fortalecer el perfil del ingeniero industrial de la UIS.

3.4.1. Socialización con la comunidad académica

Se socializa la propuesta pedagógica desarrollada en el proyecto de grado con el grupo Galea.

4. Resultados

Atendiendo a que el modelo pedagógico elegido para el desarrollo del proyecto de grado corresponde con el modelo instruccional ADDIE, los resultados se dividen en las cinco etapas que este plantea de la siguiente manera:

- **Análisis:** diagnóstico de la asignatura involucrando factores internos y externos.
- **Diseño:** definición de parámetros de diseño del material incluyendo objetivos de aprendizaje y estructura de los medios instruccionales.
- **Desarrollo:** construcción del material en función de los parámetros de diseño.
- **Implementación:** entrega del material y posteriormente aplicación de talleres en clase, involucrando acompañamiento a los estudiantes.
- **Evaluación:** encuestas de satisfacción e identificación de posibles mejoras sobre los medios de instrucción. Cabe destacar que el modelo sugiere que la evaluación se haga no solo al final del proceso sino también durante las distintas etapas.

4.1. Análisis y diagnóstico de la asignatura

Para poder diagnosticar la asignatura correctamente es importante considerar tanto factores internos que identifiquen los puntos a mejorar, como factores externos que permitan determinar que rumbo se está tomando con esta asignatura en otras universidades del país.

El estudio diagnóstico con factores internos se realizó con el fin de conocer de forma certera la percepción de los estudiantes con respecto a las herramientas pedagógicas usadas en la asignatura

Dirección de operaciones II, la dificultad de las temáticas, el material disponible para estudio independiente, la dedicación a la asignatura y la posibilidad de mejorar su pedagogía con el uso de herramientas TIC, este se llevó a cabo por medio de un instrumento de encuesta de 8 preguntas que se aplicó sobre 49 estudiantes finalizando el semestre 2020-1 por medio de la plataforma Formularios de Google. Con este diagnóstico se generaron las perspectivas del estudiante y el profesor de manera independiente, además se realizó un benchmarking de otras universidades del país con el fin de unificar la información recolectada y decidir cómo ha de diseñarse el material.

Los factores a evaluar por medio del diagnóstico son:

- Oportunidades de mejora por medio de TIC's y herramientas informáticas: análisis de oportunidades de mejora en la comprensión, manejo y retención de conceptos de la asignatura complementando la pedagogía con herramientas informáticas.
- Cantidad, calidad y tipos de recursos disponibles y necesarios: determina si el estudiante cuenta con material para su estudio independiente y si este cumple con sus expectativas de modo que se justifique el desarrollo de nuevo material (guías, talleres, videos explicativos), además se analiza qué tipo de material es pertinente desarrollar.

4.1.1. Diagnóstico externo

Con el fin de obtener una idea de cómo podría abordarse la problemática planteada, se hace un benchmarking sobre el tratamiento pedagógico que tienen las temáticas de la administración de las operaciones en otras universidades del país (tanto públicas como privadas) en el programa de ingeniería industrial.

En la Universidad Nacional de Colombia (UNAL, 2020), una de las más representativas del país, se abordan estas temáticas por medio de la asignatura Taller de Ingeniería de la Producción,

como su nombre lo indica, el curso tiene un enfoque práctico que es desarrollado en el laboratorio integrado de ingeniería industrial (LAB3I), allí disponen de distintos software de simulación, como Delmia y Flexsim, además, también disponen de kits de elementos Fischertechnik para construir y simular procesos industriales. Los estudiantes realizan proyectos que simulan fábricas con líneas secuenciales y paralelas de producción, estaciones de trabajo y restricciones del proceso.

En la Universidad Jorge Tadeo Lozano la asignatura se desarrolla con un aprendizaje basado en problemas y ejercicios, exposiciones magistrales por parte del profesor y prácticas de laboratorio, para ello el docente proporciona talleres que resuelven haciendo uso en su mayoría de plantillas de Excel (los alumnos las diseñan junto con el docente durante las clases, No hay una plantilla dinámica), y su herramienta solver. Sin embargo, en los laboratorios se hace uso del lenguaje de programación Python, adicionalmente el laboratorio se desarrolla por medio de un proyecto donde los estudiantes simulan una planta de producción y aplican las temáticas vistas. (Vizcaíno Castillo, 2020)

En la Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia (UPTC) se desarrollan con exposiciones magistrales por parte del profesor, aprendizaje basado en problemas y ejercicios, haciendo uso principalmente de modelos de optimización usando la herramienta GAMS, sin embargo, en menor medida también se usan plantillas en Excel que son construidas en clase durante la resolución de problemas. (Archila Gómez, 2020)

De estas 3 universidades puede extraerse que la asignatura se aborda en clases magistrales, con problemas y ejercicios y haciendo uso de software como Delmia, Flexsim, Excel o GAMS, además de una aproximación práctica usando talleres de laboratorio. Como un dato adicional en la Universidad Cooperativa de Colombia se desarrolló un proyecto de grado relacionado con las temáticas de la administración de las operaciones titulado; “Implementación de prácticas de

laboratorio usando Software Flexsim en cursos de Planeación de la Producción, Métodos y Tiempos, Logística y Distribución, Programación y Control de la Producción del programa de Ingeniería Industrial, Universidad Cooperativa de Colombia, Campus Cali” donde Patiño & Ortiz (2019); detectaron que en su campus, a pesar de tener licencia, el software Flexsim no estaba siendo utilizado como herramienta pedagógica debido a que el docente no disponía de la capacitación requerida para aprovecharlo, por esta razón proponen la creación de prácticas de laboratorio que se enfoquen en el uso de este software y de esta forma no pueda dejarse de lado. Basado en esto se considera que para involucrar el uso de software especializado como Flexsim y Delmia, deben considerarse prácticas de laboratorio o cursos con este enfoque como sucede en la UNAL ya que incorporarlo en la clase tradicional no resulta manteniéndose a largo plazo. En la EEIE de la UIS Ramírez J. (2017) implementó el uso del software Preactor como complemento a la asignatura por medio del proyecto de grado “Diseño de objetos de aprendizaje basados en talleres a través de la metodología Aula Invertida para la implementación del software Preactor en la asignatura Dirección de Procesos II del programa de Ingeniería Industrial”, sin embargo, en la actualidad este software no está siendo usado en la pedagogía de la asignatura, coincidiendo con las afirmaciones de Patiño F. y Ortiz E.

En función del enfoque de este proyecto y el diagnóstico externo no se considera el uso de software especializado en la construcción del material teórico-práctico, ya que se considera que su implementación debería abordarse desde un enfoque de creación de prácticas de laboratorio, y estas se encuentran fuera del alcance de este proyecto. Siguiendo este lineamiento se considera pertinente evaluar el uso de Ms. Excel o Gams como complemento a la clase teórica ya que estas herramientas permiten una mayor flexibilidad y facilidad de uso, lo que evita que la clase se

enfoque únicamente en el aprendizaje de la herramienta o que por escasas de capacitación en el software especializado este se deje en el olvido.

4.1.2. Diagnóstico interno

La idea de este proyecto surgió tras la experiencia de los autores en la asignatura donde se identificó que, aunque la comprensión de conceptos era correcta, la ausencia de una herramienta computacional como la hoja de cálculo era evidente y su implementación podría mejorar la forma en que se presentan las técnicas de programación de la producción y sus conceptos básicos, además de hacer mucho más eficiente el uso del tiempo resumiendo el tiempo en cálculos manuales. También se detectó que la cantidad de material disponible era suficiente para el trabajo en clase y la comprensión básica de conceptos, sin embargo, se quedaba corto para estudio extra-clase. Con el fin de confirmar o refutar esta perceptiva, se adelantó el diagnóstico atendiendo al uso de herramientas tecnológicas en la asignatura desde el punto de vista del estudiante y del docente.

4.1.2.1. Diagnóstico del docente. Se consultó con los profesores con el fin de definir si desde su perspectiva este proyecto presentaba una utilidad pedagógica.

En términos generales hubo un consenso en cuanto a que no resultaba adecuado reemplazar la enseñanza de los conceptos clásicos por el uso de una herramienta computacional automatizada, sino que debían usarse las herramientas tecnológicas como complemento a lo impartido en clase para reforzar y facilitar la comprensión de dichos conceptos.

El profesor Fabio Velasco, director del proyecto, afirma que el factor más importante en la pedagogía de la asignatura es dejar los conceptos completamente claros en el estudiante de modo que este sepa cómo y para qué se usan, otorgándole principal importancia al factor práctico de la asignatura, e intentando señalar cómo se usa cada concepto en la industria durante sus clases.

Velasco indica que el material a desarrollar debe construirse involucrando claramente la teoría de la asignatura pero intentando reflejar la realidad de la industria, en otras palabras, al definir y explicar cada concepto resulta adecuado comentarlo con ejemplos reales, involucrando ocasionalmente videos documentales de administración de la producción en grandes fábricas.

Desde su perspectiva Velasco afirma que el factor matemático en la asignatura dirección de operaciones II debe realizarse con el fin de especificar los conceptos; más no de hacer aritmética como tal, aprueba el uso de la hoja de cálculo como un complemento eficiente para este apartado ya que permite agilizar la aritmética, manteniendo la atención del estudiante sobre los conceptos, sin embargo, también menciona que el uso de software especializado podría ser favorable en la pedagogía de la asignatura.

Es importante destacar que además de la hoja de cálculo, existen otras herramientas útiles e incluso diseñadas para el desarrollo de la planeación de la producción como SAP y Preactor, sin embargo, como se mencionó previamente estas herramientas deben presentarse como prácticas de laboratorio en un proyecto de grado que las defina como su objetivo general.

4.1.2.2. Diagnóstico desde la perspectiva del estudiante. Con el fin de conocer de forma certera la percepción de los estudiantes con respecto a los factores a evaluar y otras condiciones relacionadas se realizó un instrumento de censo de 8 preguntas que se aplicó sobre 49 estudiantes con experiencia en la asignatura al finalizar el semestre 2020-1 por medio de la plataforma Formularios de Google. Los resultados de la encuesta se encuentran consignados en el apéndice B.

4.1.2.2.1. Construcción del instrumento de encuesta. Como se mencionó previamente, el instrumento aplicado constó de 8 preguntas, que se encuentran consignadas en el apéndice A, enfocadas en describir la situación de la asignatura de la siguiente manera:

1. La primera pregunta busca reconocer la percepción del estudiante con respecto al método usado por el docente para impartir el conocimiento, y si este le permite obtener los resultados deseados sobre la asignatura, a lo que se podía responder de forma afirmativa o negativa, con el fin de reconocer posibilidades de mejora sobre el método actual.
2. La segunda pregunta buscaba evaluar la percepción del estudiante con respecto a la dificultad de las temáticas más representativas de la asignatura usando escala Likert, con el fin de evidenciar si alguna requería un trato especial sobre las demás en el momento del desarrollo y la implementación del material.
3. La tercera pregunta buscaba reconocer la existencia de suficiente material de estudio independiente en la asignatura, para lo cual se usó escala Likert. Esto con el fin de justificar si la creación de material era necesaria para la asignatura dirección de operaciones II.

4. La cuarta pregunta, continuando la tercera, buscaba evaluar la calidad del material que el docente comparte con el estudiante, igualmente se usó escala Likert.
5. La quinta pregunta estaba enfocada en reconocer si el estudiante usaba el material de estudio que ofrecía el docente o buscaba su propio material en otros medios, con el fin de considerar la dependencia del estudiante con respecto al material que se le imparte.
6. La sexta preguntaba buscaba evaluar la percepción del estudiante sobre el uso de herramientas informáticas y tecnológicas como complemento al proceso de aprendizaje, con el fin de reconocer la recepción que podrían tener en el momento de implementarse, teniendo en cuenta que, en ocasiones, las TIC no se logran implementar por su poca aceptación.
7. Continuando con la línea de la sexta pregunta, en la séptima se pedía calificar de acuerdo con su utilidad, distintas herramientas TIC usualmente usadas en pedagogía y aplicables en la asignatura, con el fin de reconocer cuáles tendrían mejor aceptación en la misma.
8. Finalmente, la octava pregunta buscaba reconocer el tiempo de estudio independiente que el estudiante dedicaba a la asignatura con el fin de diseñar material acorde a esta cantidad de tiempo e intentar fortalecerlo.

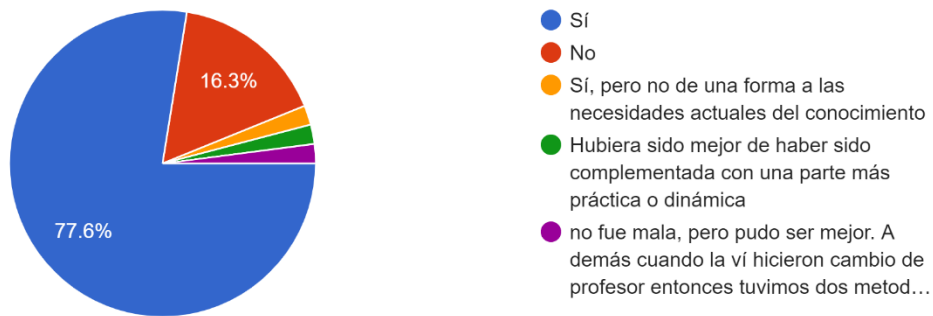
4.1.2.2.2. Análisis descriptivo de los resultados obtenidos con el instrumento de encuesta. Se realiza un análisis descriptivo con el fin de identificar características primarias en los resultados obtenidos con el instrumento y posteriormente se realiza un análisis estadístico inferencial sobre los factores pertinentes. Los resultados obtenidos en la encuesta se consignan en el apéndice B.

Con respecto a la forma en que se impartió la asignatura, que en ese momento correspondía con clases magistrales y aprendizaje basado en problemas, se logra extraer que la mayor parte de los

estudiantes encuentran satisfacción de acuerdo con los resultados esperados, de la parte abierta hubo 2 sugerencias, una relacionada con la actualización con las necesidades actuales del conocimiento y otra con la necesidad de un mayor componente práctico. Los resultados pueden observarse en la figura 6.

Figura 6

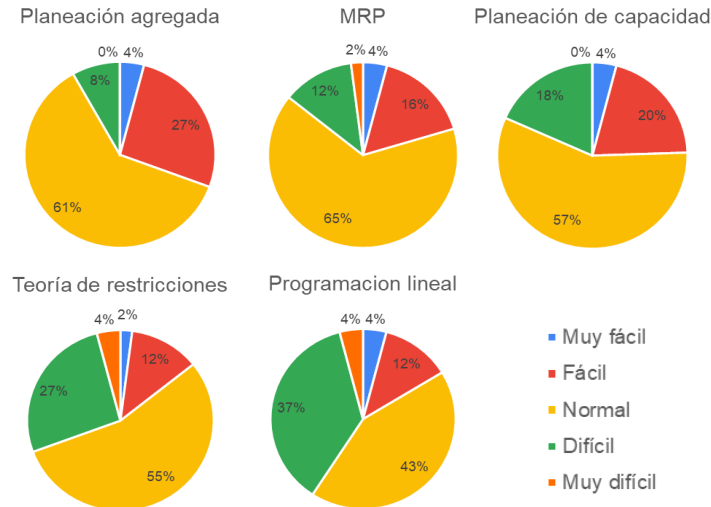
¿Se encuentra satisfecho con la forma en que recibió el conocimiento?



En cuanto a la dificultad percibida de las temáticas de la asignatura evaluadas de manera individual se encuentran los resultados consignados en la figura 7, mostrando a priori que la mayor parte de la población percibe la dificultad de la asignatura en un nivel normal, sin embargo, algunos las encuentran difíciles e incluso muy difíciles, este factor debe considerarse con el objetivo de maximizar el aprendizaje de los estudiantes de manera global, más adelante se analizan estos datos.

Figura 7

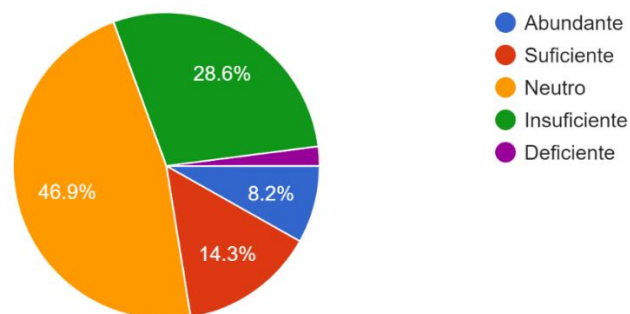
Dificultad percibida en las principales temáticas de la asignatura



Con respecto a la cantidad de material de estudio que el estudiante considera que la asignatura tiene para su estudio independiente, se encontró que el 22,4% de los encuestados considera que el material es suficiente o abundante, por su contraparte el 30% considera que es insuficiente o deficiente y un 46,9% considera que la cantidad de material está en un punto neutral. Esto indica que la construcción de nuevo material para estudio independiente podría mejorar los resultados y la calidad del aprendizaje sobre la asignatura, estos resultados se consignan en la figura 8.

Figura 8

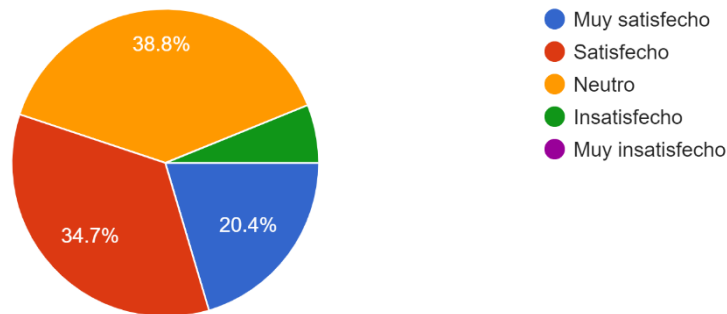
Percepción sobre la cantidad de material disponible



Por otro lado, aunque la cantidad de material no es completamente satisfactoria, con respecto a su calidad, solo el 6,1% de los estudiantes se encuentran insatisfechos, en su contraparte la han encontrado satisfactoria el 34,7% e incluso como muy satisfactoria el 20,4%. Estos resultados se consignan en la figura 9.

Figura 9

¿Cuál es su nivel de satisfacción con la calidad del material recibido?

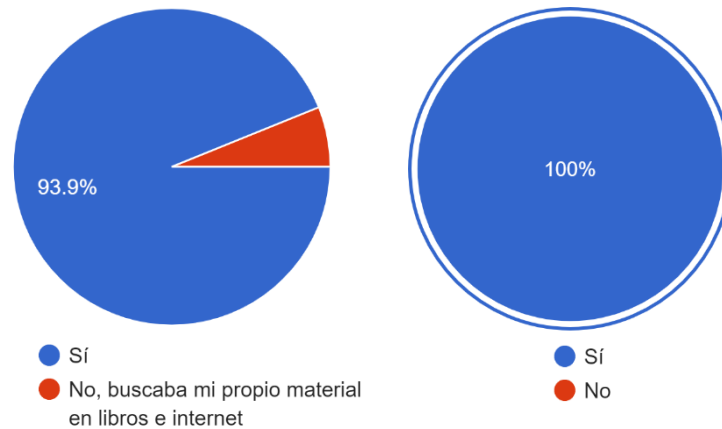


De la información obtenida de la cantidad y calidad del material, es posible extraer que la necesidad no es reemplazar el material del que se dispone actualmente sino complementarlo.

Es importante destacar también que en términos de la asignatura, solo el 6,1% de los estudiantes busca su propio material en el momento de estudiar, el restante 93,9% de los estudiantes depende principalmente del material que le ofrece el docente, esto indica que para lograr un buen rendimiento, debe brindarsele a los estudiantes suficiente material de estudio que cumpla con sus expectativas, además, los resultados encontrados sugieren que este material se complemente con herramientas digitales, teniendo en cuenta que el 100% de los estudiantes encuestados las aprueba como complemento pedagógico como se observa en la figura 10.

Figura 10

Uso del material proporcionado por el docente y complemento con herramientas tecnológicas



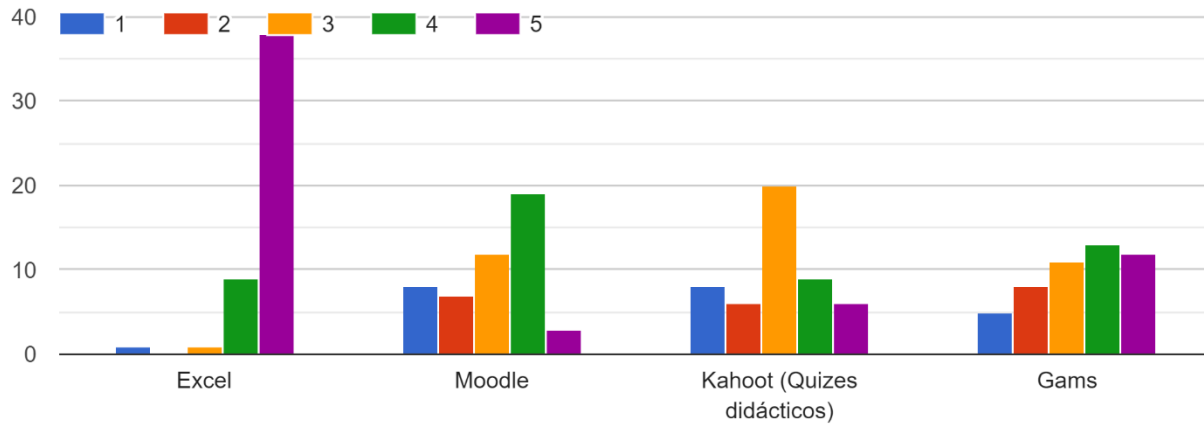
Nota: A la izquierda: ¿Usaba el material que el profesor le compartía o buscaba el propio?, a la derecha:

¿Considera que el material de clase puede complementarse con herramientas tecnológicas?

Por medio de la encuesta también se buscó identificar si ciertas herramientas predeterminadas se consideraban como útiles para complementar la pedagogía de la asignatura, para esto se evaluaron 4 herramientas informáticas frecuentemente usadas en la pedagogía, estas podían ser calificadas de 1 a 5, siendo 5 el mejor puntaje. Los resultados obtenidos se consignan en la figura 11, donde se hace evidente que Excel es percibida como una herramienta de amplia utilidad en las temáticas de la asignatura obteniendo una calificación ponderada de 4,69 sobre 5, razón por la cuál esta tomó protagonismo como complemento de los métodos del proyecto.

Figura 11

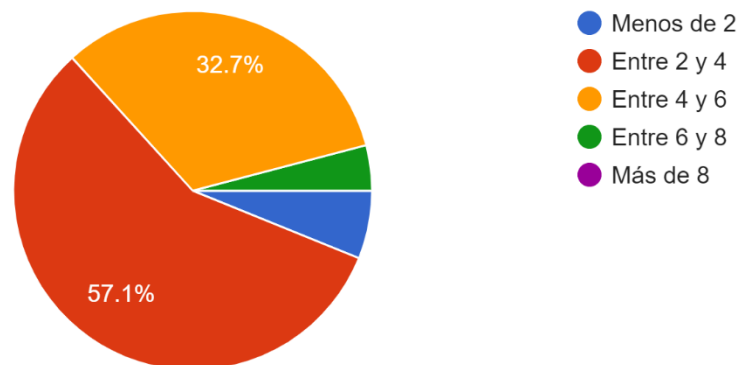
Percepción de herramientas comunes como apoyo a la pedagogía de la asignatura



Finalmente, se encontró que la dedicación semanal de los estudiantes a la asignatura es principalmente de entre 2 y 4 horas (57,1%), seguido de entre 4 y 6 (32,7%), este dato es importante a la hora de considerar la extensión y tipo del material y cómo logra este aprovechar el estudio independiente en el estudiante, los resultados se consignan en la figura 12.

Figura 12

Horas de estudio independiente a la semana.



4.1.2.2.3. Análisis estadístico inferencial. En esta sección se realizan distintas pruebas estadísticas, estas junto con sus respectivos cálculos se encuentran consignadas en el apéndice C.

En primera instancia se determina si los datos se ajustan a una distribución normal con el fin de definir si debe realizarse un análisis paramétrico o uno no paramétrico sobre ellos, para esto se usan los datos obtenidos de la dificultad percibida por cada estudiante sobre la asignatura ya que esta tiene una relación cercana con el ritmo y capacidad de aprendizaje.

Los datos obtenidos por medio del estudio diagnóstico corresponden con la dificultad de las distintas temáticas presentes en la asignatura evaluadas con una escala Likert de 5 niveles que va de “Muy fácil” a “Muy difícil”. En función de estos datos se asignó un valor numérico entre 1 y 5 a cada valor de la escala siendo muy fácil = 1 y muy difícil = 5, tras esto se promediaron las calificaciones de cada estudiante para obtener una visión de la dificultad percibida sobre la asignatura en general y posteriormente se usó el test de Shapiro-Wilk, una prueba que contrasta la normalidad de un conjunto de datos haciendo uso del estadístico: (SHAPIRO & WILK, 1965)

$$W = \frac{1}{nS^2} \left(\sum_{i=1}^h a_{in} (x_{n-i+1} - x_i) \right)^2$$

Donde:

Los datos de la muestra x_i están organizados de menor a mayor x_1, x_2, \dots, x_n .

x_{n-i+1} = indica que los datos están organizados de mayor a menor.

s^2 = es la varianza muestral, para este estudio 0,3502

n = es el tamaño de la muestra, en este caso 49.

a_{in} = son valores tabulados por Shapiro y Wilks.

$$h = \begin{cases} \frac{n}{2} & \text{si } n \text{ es par} \\ \frac{n-1}{2} & \text{si } n \text{ es impar} \end{cases}, \text{ en este caso } 24.$$

La hipótesis a evaluar es la siguiente:

$H_0: X \simeq N(\mu, \sigma^2)$ (la distribución de datos es normal).

$H_1: X \not\simeq N(\mu, \sigma^2)$ (la distribución de datos no es normal).

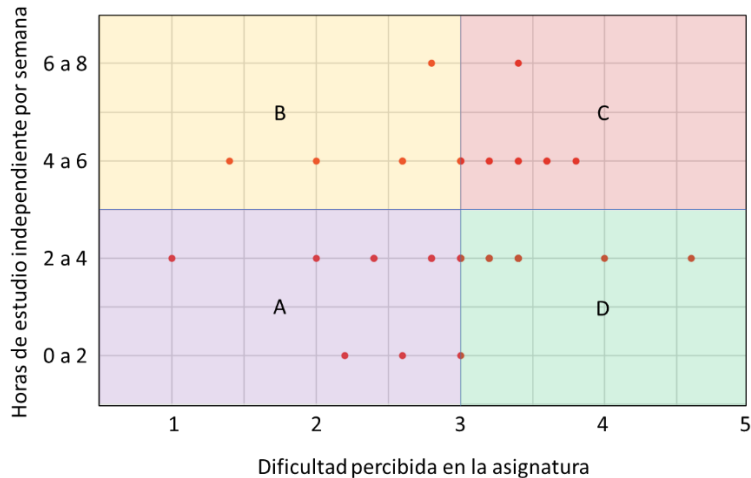
La hipótesis nula se rechaza si el estadístico calculado (correlación) es inferior al estadístico teórico que corresponde con la correlación mínima.

Al aplicar el test se encuentra un valor calculado para el estadístico de $W_{calculado} = 0.915$, basándose en las tabulaciones de Shapiro-Wilks, el valor del estadístico con un nivel de confianza del 95% es de $W_{teo} = 0.947$ por lo tanto se rechaza la hipótesis nula y puede afirmarse que la distribución de los datos obtenidos no se ajusta a una distribución normal, por lo tanto debe analizarse los datos por medio de pruebas no paramétricas.

Para definir que tipo de material teórico práctico resulta adecuado desarrollar, es importante considerar que los distintos estudiantes tienen diversas habilidades y ritmos de aprendizaje además de diferentes disponibilidades de tiempo, para representar esta diversidad se hace un enfrentamiento entre las variables dificultad percibida en la asignatura y horas de estudio independiente a la semana, los resultados son clasificados en 4 grupos distintos como se señala en la figura 13.

Figura 13

Horas de estudio a la semana vs Dificultad percibida en la asignatura.



Nota: clasificación en 4 perfiles estudiantiles A, B, C y D que conjuntan diversidad en las habilidades de aprendizaje.

Para definir estos clusters es importante determinar si las variables son independientes de modo que el comportamiento de una no genere ningún cambio en la otra y por lo tanto la dispersión en los distintos clusters dependa de otros factores como la disponibilidad de tiempo por otras responsabilidades, disposición de material para estudio independiente o el ritmo de aprendizaje y así se puedan definir los diferentes perfiles en función de las dos variables, para esto se realiza una prueba de independencia haciendo uso de una tabla de contingencia (tabla 4) y el estadístico chi cuadrado.

$$\chi^2 = \sum_{i=1}^K \frac{(O_i - E_i)^2}{E_i}$$

Donde

O_i es la frecuencia de los eventos observados, E_i Es la frecuencia de los eventos esperados, K Es el número de categorías, la prueba tiene (filas-1)*(columnas-1) grados de libertad.

La hipótesis a evaluar es:

H_0 = Las horas de estudio dedicadas a la semana no dependen de la dificultad percibida

H_a = Las horas de estudio dedicadas a la semana sí dependen de la dificultad percibida

La hipótesis nula se rechaza si $\chi^2_{calculado} > \chi^2_{teo}$.

Tabla 4

Tabla de contingencia para determinar la independencia entre las variables dificultad percibida y horas de estudio

Horas de estudio	Dificultad percibida en la asignatura (D)				
	$1 \leq D < 2$	$2 \leq D < 3$	$3 \leq D < 4$	$4 \leq D < 5$	
0 a 2	O = 0 E = 0,12	O = 2 E = 0,73	O = 1 E = 2,02	O = 0 E = 0,12	3
2 a 4	O = 1 E = 1,14	O = 6 E = 6,85	O = 19 E = 18,85	2 1,14	28
4 a 6	O = 1 E = 0,65	O = 3 E = 3,91	O = 12 E = 10,77	O = 0 E = 0,65	16
6 a 8	O = 0 E = 0,08	O = 1 E = 0,49	O = 1 E = 1,34	O = 0 E = 0,08	2
Total	2	12	33	2	49

El cálculo de los valores esperados se realizó de la siguiente manera:

Si se quiere conocer el valor esperado del número de estudiantes que estudian entre 4 y 6 horas y que además perciben la dificultad de la asignatura en el rango [2,3) se multiplica el total de estudiantes que estudian entre 4 y 6 horas por el total de estudiantes que perciben la dificultad en el rango [2,3) y se divide en el total de datos de la población, es decir: $16 * 12 / 49 = 3,91$.

Aplicando la fórmula del estadístico se obtiene un valor de $\chi^2 = 5,7$, para poder comparar con el valor teórico los grados de libertad son $(4-1)*(4-1) = 9$, con un nivel de significancia del 95% el valor del estadístico es $\chi_{teo}^2 = 16,92$, de modo que no se rechaza la hipótesis nula y el tiempo que el estudiante dedica a su estudio independiente no depende de la dificultad que percibe en la asignatura sino de otros factores que describe la literatura como su disponibilidad o disposición de tiempo ya sea por responsabilidades no académicas, falta de motivación, su ritmo de aprendizaje o poca disponibilidad de material de estudio, en función de esto es posible ajustar los diferentes estudiantes a un cierto perfil, con el fin de indentificar ayudas pedagógicas aproximadas a cada uno de ellos, para esto se usa la técnica de clusterización K medias que permite determinar grupos homogéneos de datos, llamados clusters, en un conjunto de datos. Para esto se usó el método del centroide, siguiendo un algoritmo que asigna cada dato a un cluster en función de las distancias a los centroides de cada cluster, eligiendo siempre aquél que se encuentra más cerca. El centroide se ajusta como el promedio de todos los datos que lo componen, el algoritmo se itera hasta que los centroides no varíen. (Likas, Vlassis, & Verbeek, 2003). En el modelo clásico el centroide de la primera iteración se elige a conveniencia o aleatoriamente, para las distancias desde cada dato al centroide se usan distancias euclidianas.

Para poder graficar los datos se asignó un puntaje de 1 a la dificultad “Muy fácil”, 2 a “Fácil”, y así sucesivamente, de la misma manera un puntaje de 1 a “Menos de 2” horas de estudio semanales, 2 a “Entre 2 y 4”, etc.

Los primeros centroides de cada clúster, elegidos a conveniencia para la primera iteración se consignan en la tabla 5.

Tabla 5

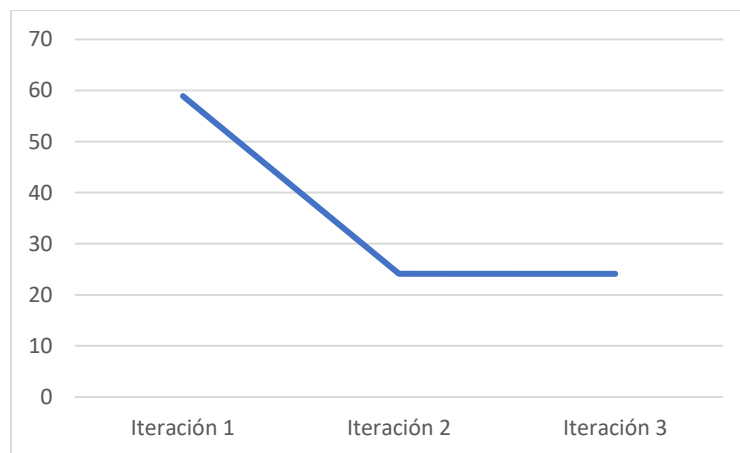
Primeros centroides para cada clúster del algoritmo k-means

Centroide del Clúster	Dificultad percibida (eje x)	Horas de estudio (eje y)
A	2	1,5
B	2	3,5
C	4	3,5
D	4	1,5

En la tercera iteración el algoritmo convergió, al obtener una variación mínima total de 24.13 como se observa en la figura 14.

Figura 14

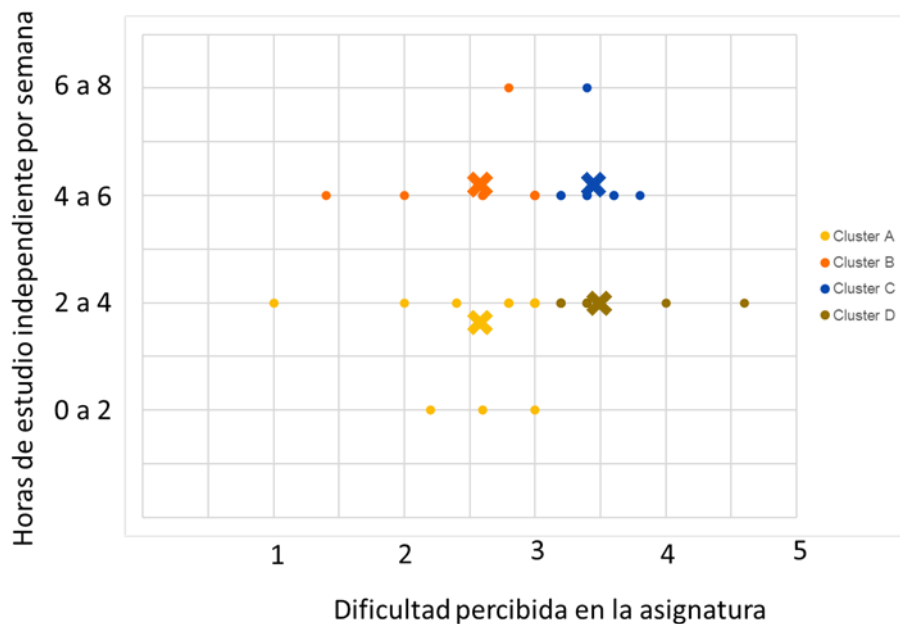
Variación total para la convergencia del algoritmo K means en la tercera iteración



La solución obtenida se muestra en la tabla 6 para los centroides (medias) de cada clúster, en función de esta solución se obtiene la distribución de datos en cada clúster que se observa en la figura 15. El algoritmo asigna cada dato al clúster cuyo centroide se encuentre más cercano.

Tabla 6*Convergencia de los centroides de cada clúster del algoritmo k-means*

Centroide del Clúster	Dificultad percibida (eje x)	Horas de estudio (eje y)
A	2,68	1,84
B	2,64	3,1
C	3,45	3,125
D	3,48	2

Figura 15*Clasificación de cada dato en uno de los cuatro clúster según algoritmo k-mean*

Nota: Los centroides de cada clúster se marcan con una x.

En función de las características de cada cluster, es posible suponer el comportamiento de cada grupo de manera aproximada además del tipo de medios instruccionales que podrían maximizar su aprendizaje y por lo tanto satisfacer las expectativas de los distintos perfiles estudiantiles.

Estudios realizados previamente como el de He, Y., Swenson, S., & Lents, N. (2012), han mostrado que los estudiantes más avanzados logran perfeccionar su conocimiento meramente con la instrucción en el aula de clase y el estudio por su cuenta, mientras que para los estudiantes

promedio y de bajo rendimiento el uso de videos explicativos brindados por el docente muestra grandes beneficios. Con el uso de medios instruccionales se logra optimizar el tiempo del estudiante ya que este decide cuánto necesita para aprender, ya sea repitiendo la explicación de aquellos conceptos que no entiende u omitiendo los que ya conoce.

Por otro lado, Novak J. y Cañas A. (2015) afirman que muchos estudiantes tienen dificultad para identificar los conceptos importantes en una temática, por lo tanto no logran construir estructuras conceptuales fuertes y obtienen una mirada borrosa del tema como una cantidad de ecuaciones y procedimientos a ser memorizados, Novak y Cañas afirman que los mapas conceptuales pueden ser enormemente útiles como un medio para el planeamiento curricular, de modo que el estudiante conozca los conceptos y métodos clave que debe aprender y así logre comprender con mayor rapidez y facilidad.

Con base en lo anterior se involucró el uso de videos y mapas conceptuales en el material de estudio buscando satisfacer las necesidades de los diferentes perfiles estudiantiles como se describe a continuación.

Los 4 perfiles se definen junto con el material de aplicación que resulta conveniente para cada uno en la tabla 7.

Tabla 7

Clasificación de los estudiantes en 4 perfiles estudiantiles según sus habilidades de aprendizaje.

Perfil	Definición	Material pedagógico
A	Estudiantes con excelentes habilidades de aprendizaje, requieren poco tiempo para comprender una temática en su totalidad.	Con la clase y un taller para repasar conceptos en casa es suficiente.
B	Estudiantes que requieren más tiempo para comprender y manejar los conceptos o que encuentran interesante el tema y lo estudian a fondo.	Guías teóricas detalladas, plantillas guía en excel, talleres, prácticas de laboratorio.
C	Estudiantes que aunque dedican bastante tiempo a la asignatura encuentran difícil comprender los conceptos. Requieren material explicativo especial.	Sumado al material del grupo B, videos explicativos de los conceptos más complicados para que puedan repetir la explicación siempre que lo necesiten.
D	Estudiantes que encuentran difícil la comprensión de conceptos pero aún así estudian poco tiempo.	Mapas conceptuales, guías y ejemplos, que les permitan maximizar la eficiencia del tiempo necesario para entender los temas.

Atendiendo a esta diversidad; el material debería estar compuesto por: guías teóricas, plantillas guía en excel, talleres de ejercicios, videos explicativos y mapas conceptuales, aunque las prácticas de laboratorio son importantes, no se tratan en este proyecto de grado dado que el alcance sería muy amplio.

La distribución de la población de encuestados en los 4 clusters se consigna en la tabla 8, obsérvese que el cluster A es el más denso, mientras que el C el menos denso, esto indica que en la UIS priman los estudiantes de alto rendimiento, sin embargo, en menor medida también se encuentran presentes los estudiantes de bajo rendimiento que necesitan ayudas especiales, como los del cluster C, razón por la cual el diseño de ayudas pedagógicas resulta importante para mejorar el rendimiento general.

Tabla 8*Distribución de la población encuestada en los 4 clústers*

Cluster	Distribución de la población (%)
A	38,8%
B	20,4%
C	16,3%
D	24,5%

4.2. Diseño del material teórico práctico

Siguiendo los lineamientos de la teoría instruccional, en la fase de diseño se analizan los contenidos de la asignatura a tratar para definir los medios instruccionales a utilizar para el desarrollo del material y su estructura, además de determinar los objetivos de aprendizaje.

Para el análisis de contenidos se revisó la metodología de diferentes docentes de la asignatura en la EEIE, además de una revisión bibliográfica de los libros “Introducción a la dirección de operaciones táctico-operativa: un enfoque práctico” de Rafaella Alfalla Luque, García, Garrido, Gonzáles y Sacristán, y “Administración de operaciones: producción y cadena de suministro” de Richard Chase, Jacobs y Aquilano. Esto con el fin de determinar características como:

- Conceptos más importantes de cada temática
- Métodos de resolución de problemas
- Formatos de resolución de problemas
- Variables de entrada
- Variables de salida

4.2.1. Definición de medios instruccionales

Como se determinó en el análisis de la asignatura, el material a diseñar debe componerse de los siguientes medios instruccionales:

- **Guías teóricas:** estas corresponden con la base teórica del tema, deben evidenciar claramente los objetivos de aprendizaje y los conceptos.
- **Plantillas guía en excel:** estas corresponden con la base práctica del tema, deben evidenciar claramente el método de resolución de ejercicios a la par de mostrar los conceptos.
- **Talleres de ejercicios:** Como un medio para practicar y fortalecer la retención de lo aprendido por parte del estudiante en la clase y las guías.
- **Videos explicativos:** Como un complemento a la guía teórica y la práctica (Excel) explicando los principales conceptos.
- **Mapas conceptuales:** Que permitan una comprensión rápida de los distintos conceptos involucrados en cada temática o un repaso del tema tras ya haberlo estudiado.

La estructura de estos medios instruccionales se realizó tomando como base a los 9 eventos de instrucción de Gagné (ver figura 3), sin embargo, teniendo en cuenta que el material es desarrollado para su uso en tiempo de estudio independiente, el modelo se adaptó para poder sincronizar los diferentes medios y la metodología clásica de las clases en la EEIE. Esta estructura se describe a continuación:

1. **Llamar la atención del estudiante:** realizar una introducción en la guía teórica, con ejemplos que podrían suceder en la vida real, que busquen generar interés sobre el tema.

2. Informar objetivos de aprendizaje a los estudiantes: tras la introducción en la guía teórica, exponer los objetivos de aprendizaje.

3. Determinar conocimientos previos: esta fase es realizada por el docente como parte de la introducción al tema en las clases.

4. Presentar el contenido: después de los objetivos, dar paso a la presentación de conceptos y métodos de la temática en la guía teórica, compartir videos explicativos para los conceptos más complicados (vínculos incluidos en la ubicación correspondiente de la guía teórica).

5. Proporcionar orientación: una vez aprendidos los conceptos, presentar en la guía teórica ejemplos que se resuelvan detallando cada paso realizado, sincronizando los cálculos con la guía diseñada en Excel, de modo que se pueda revisar detalladamente por parte del estudiante cada cálculo realizado en la resolución del ejemplo.

6. Comprobar comprensión del estudiante con práctica: realizar talleres en clase o en estudio independiente, métodos evaluativos del docente.

7. Retroalimentación de la práctica: resolver las dudas del estudiante durante la realización de talleres

8. Evaluar el desempeño: Revisar actividades evaluativas realizadas en los pasos 6 y 7.

9. Mejorar la retención: Realizar mapas conceptuales.

Cabe destacar que la implementación del material se realizó tras la introducción por parte del profesor al tema, esto con el fin de que el material se tratase como un complemento para estudio independiente mas no como la base del curso.

4.2.2. Objetivos de aprendizaje

Las temáticas de la asignatura Dirección de Operaciones II tienen componente tanto teórico como práctico, por lo tanto, es importante que el estudiante maneje estos dos ámbitos, los objetivos para las 5 temáticas que se trataron en el proyecto se definen tomando como base los conceptos y métodos más importantes a tratar de cada temática buscando que el estudiante domine tanto la parte teórica como la práctica, para esto se siguieron los parámetros listados a continuación:

- Comprensión de los conceptos teóricos, los métodos y estrategias que se usan en la temática.
- Capacidad de desarrollar de manera práctica los métodos teóricos aprendidos con el cumplimiento del objetivo anterior.

Con base en esto los objetivos definidos para cada temática se listan a continuación.

4.2.2.1. Objetivos de aprendizaje para Planeación agregada.

- Comprender qué es planeación agregada, cuáles estrategias se usan y qué aplicación tiene en la industria.
- Desarrollar planes agregados en función de un pronóstico de la demanda y las políticas de producción de la empresa.

4.2.2.2. Objetivos de aprendizaje para Planeación de requerimientos de capacidad.

- Comprender qué es el Programa Maestro de Producción, la Planeación de Requerimientos de Capacidad, cómo se relacionan y cuál es su aplicación en la industria.
- Conocer y manejar las técnicas de lotificación principalmente usadas en la industria.
- Desarrollar el Programa Maestro de Producción y definir los Requerimientos de Capacidad para su realización.

4.2.2.3. Objetivos de aprendizaje para Planeación de requerimientos de materiales.

- Conocer qué es la planeación de requerimientos de materiales (MRP), sus conceptos y cuáles son los parámetros necesarios para su desarrollo.
- Desarrollar planeaciones de requerimientos de materiales.

4.2.2.4. Objetivos de aprendizaje para Teoría de restricciones.

- Comprender que es la teoría de restricciones.
- Identificar las mediciones de rendimiento según la TOC.
- Reconocer recursos cuello de botella y los principios de la TOC para controlar los procesos.

4.2.2.5. Objetivos de aprendizaje para Programación lineal en operaciones.

- Comprender que es la programación lineal.
- Identificar variables de decisión, función objetivo y restricciones que posea un problema de programación lineal aplicada a operaciones.
- Desarrollar problemas de programación lineal aplicada a operaciones.

4.3. Desarrollo del material teórico práctico

A continuación, detallaremos las características más importantes del desarrollo de cada uno de los medios instruccionales presentados en este proyecto de grado, es importante aclarar que todos los medios presentados a excepción de los videos se encuentran en formatos editables, de modo que los diferentes docentes de la asignatura puedan ajustarlos a su propia metodología. el material pedagógico desarrollado se encuentra dividido en 5 paquetes correspondientes a las 5 temáticas que se trataron en el proyecto, estos paquetes se pueden encontrar en los apéndices D, E, F, G y H, con los medios instruccionales que se desarrollaron para cada uno (Excluyendo los videos).

Es importante considerar que siguiendo los lineamientos del modelo instruccional ADDIE (ver figura 4), es adecuado realizar la evaluación del material desarrollado no solo al finalizar su implementación sino también durante; con el fin de mejorarlo de manera óptima, por esta razón los autores del proyecto asistieron a las clases del grupo de la asignatura con el fin de, por medio de observación, identificar en qué conceptos se estaba presentando dificultad y así poder reforzar el material sobre dichos conceptos.

4.3.1. Desarrollo de guías teóricas

Se desarrollaron guías teóricas para las 5 temáticas nombradas previamente en el diagnóstico, los documentos se entregaron en formato PDF, todos siguieron la misma estructura que se describe a continuación.

En primera instancia se plantea un ejemplo práctico o un caso simulado que muestra o evidencia la utilidad del tema a aprender con la guía, esto con el fin de generar interés o llamar la atención de los estudiantes sobre el tema. En la figura 16 se puede observar esta característica sobre la guía de planeación agregada.

Figura 16

Formato de la introducción en cada guía haciendo uso de un caso

Guía de aprendizaje: Planeación agregada

Apenas iniciando el día, el gerente de la compañía Trucker, llama a reunión urgente a los jefes de cada departamento:

Gerente	-El mes pasado tuvimos una cantidad considerable de pedidos atrasados y hoy, a mitad de mes, no hemos aún satisfecho esos pedidos, por el contrario, aumentaron los faltantes, ¿qué es lo que está pasando? ¿por qué no estamos aprovechando esta situación de alta demanda?
Jefe de operaciones	-Disculpe jefe, pero si el pronóstico se hubiera hecho correctamente, toda la demanda estaría satisfecha.
Jefe de ventas	-Pero, nosotros sí pronosticamos este aumento en las ventas.
Jefe de operaciones	-Al inicio del mes pasado... un poco tarde para tomar las medidas necesarias.
Jefe de finanzas	-Ya hemos cometido errores antes con los pronósticos, augurando grandes demandas que finalmente no llegan, resultando con grandes cantidades de inventario y sin dinero.

Discusiones de este tipo en las que suenan aquí y allá pedidos atrasados, inventarios excesivos, desequilibrio entre oferta y demanda, clientes insatisfechos, entre otros, son de lo más común en muchas empresas, sin embargo, estos inconvenientes no deberían presentarse, o al menos solo con baja frecuencia, si se usaran las herramientas adecuadas. En este caso la herramienta adecuada es la **planeación agregada**, un proceso usado ampliamente por diferentes empresas de todos los

Siguiendo la base de los nueve eventos instruccionales de Gagné, tras el ejemplo introductorio se muestran los objetivos de aprendizaje como un título principal de modo que llamen la atención del estudiante con el fin de que este sepa qué va a lograr aprender con el uso de la guía. Los objetivos de aprendizaje de cada guía corresponden con los obtenidos en la fase de diseño. En la figura 17 se muestra el formato de los objetivos de aprendizaje en las guías.

Figura 17

Formato de los objetivos de aprendizaje en la guía teórica

Objetivos de aprendizaje

Con el estudio de esta guía se busca que el lector consiga:

- Comprender qué es el Programa Maestro de Producción, la Planeación de Requerimientos de Capacidad, cómo se relacionan y cuál es su aplicación en la industria.
- Conocer y manejar las técnicas de lotificación principalmente usadas en la industria.
- Desarrollar el Programa Maestro de Producción y definir los Requerimientos de Capacidad para su realización.

Inmediatamente después de los objetivos de aprendizaje se le notifica al estudiante, en la guía, que cuenta con un mapa conceptual que le permite hacer una revisión general de todo el tema, esto con el fin de favorecer el aprendizaje sobre los conceptos de mayor importancia.

Con la introducción y los objetivos planteados se procede a explicar los conceptos teóricos, como los parámetros y métodos usados en la temática junto con sus definiciones y las fórmulas matemáticas usadas involucrando el uso de tablas y gráficos para facilitar la comprensión.

Finalmente se explica detalladamente un ejemplo que involucra todos o la mayoría de los conceptos explicados previamente.

A lo largo de la guía se presentan links de videos explicativos para ciertos conceptos, además, la explicación del ejemplo se sincroniza con la guía práctica de Ms. Excel, esta característica se puede observar en la figura 18.

Figura 18

Observación de enlace a video explicativo en la guía

Solución

La explicación detallada de los cálculos junto con sus conceptos se ubica en la plantilla de Excel diseñada para esta temática, recuerde que allí las celdas rosa corresponden con parámetros de entrada (extraídos del enunciado) y las celdas celeste con parámetros de salida (deben ser calculados), además se encuentra la explicación detallada en el siguiente video: <https://youtu.be/9Jcf18t8F2k>

- **Técnica de lote a lote**

Mes	Noviembre	Diciembre
P.A.P.	2360	2640
Parte del producto en P.A.P. (%)	60%	1584

4.3.2. Plantillas guía prácticas en Ms. Excel

Las plantillas guía en Ms. Excel fueron diseñadas con el objetivo de complementar las guías teóricas para facilitar el proceso de aprendizaje del estudiante al incluir los cálculos que se realizan de forma detallada en los ejemplos presentados, por esta razón, se han formulado dentro de la guía los procedimientos de las distintas temáticas que es posible abordar haciendo uso de Ms. Excel de

modo que el estudiante pueda revisar detalladamente cómo se realizan, esto se puede observar en la figura 19.

Figura 19

Formulación de celda en guías ofimáticas

Formulación de la celda

Proyección producción planeación agregada			
		Periodos	
		oct	nov
	Plan de necesidades de producción (P.N.P.)	3200	2500
	Días laborales por mes	24	22
	Número de trabajadores necesarios	33,33	28,41
	Plantilla real	30	29

Por otro lado, en las guías se presentan múltiples conceptos que hacen parte de la temática en cuestión y que el estudiante debe conocer para lograr una mayor comprensión del tema, por esto cada concepto se encuentra definido haciendo uso de la herramienta notas de Excel (o añadir comentario) de modo que al posar el cursor sobre la celda con el concepto (que se encuentra marcada con un triángulo rojo en la esquina superior derecha) se muestra un cuadro de texto indicando la descripción del concepto, con su definición y en aquellos que se requiere un cálculo; la fórmula para realizarlo. Esta característica puede observarse en la figura 20.

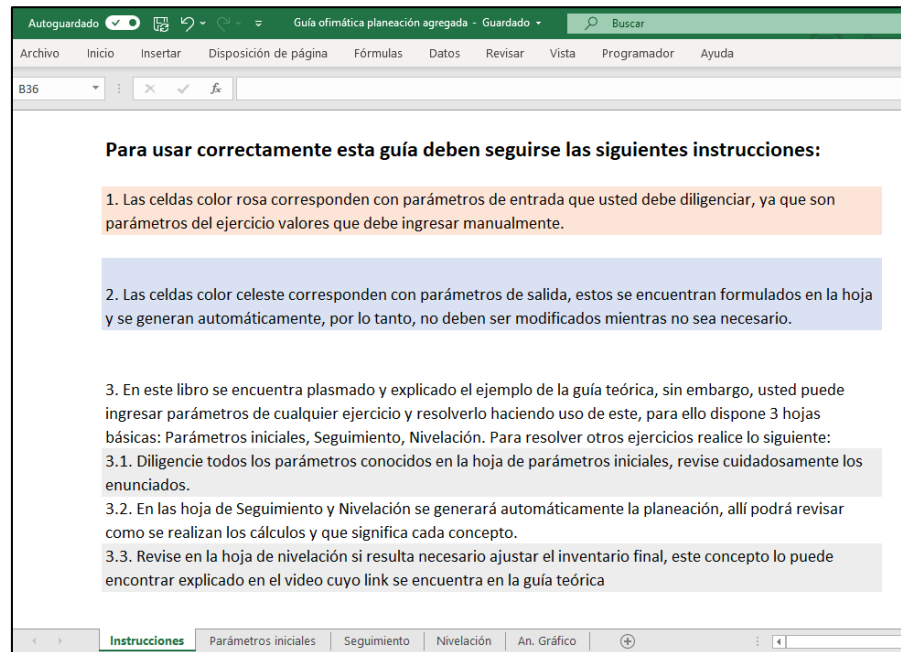
Tabla 9*Código de colores de celda en guía ofimática*

Tipo de dato	Color de relleno de la celda
Parámetros de entrada	
Parámetros de salida	
Parámetros nulos	

Es importante destacar que los formatos de tabla y los distintos conceptos planteados en las guías de Excel se han basado en talleres presentados por docentes de la asignatura en la EEIE, y en los formatos de los libros de administración de las operaciones de Alfalla et. al y Richard Chase et. al que se mencionaron anteriormente.

4.3.2.1. Guía Ms. Excel planeación agregada. Esta guía está compuesta por 5 hojas como se explica a continuación:

4.3.2.1.1. Hoja “Instrucciones”. Esta hoja contiene las instrucciones de uso de la guía informando sobre el código de colores y cómo ha de utilizarse para resolver y analizar los ejercicios de planeación agregada. El formato de esta hoja corresponde con el de la figura 21.

Figura 21*Instrucciones guía ofimática planeación agregada*

4.3.2.1.2. Hoja “Parámetros iniciales”. En esta hoja se encuentra una tabla ordenada en la que se consigna cada uno de los parámetros de producción que pueden presentarse en la planeación agregada, además, cada concepto se encuentra definido por medio de la herramienta de notas de Excel de modo que el estudiante pueda usarla fácilmente al extraer los datos del enunciado del ejercicio e introducirlos cuidadosamente en el lugar correspondiente del formato, este puede observarse en la figura 22.

Figura 22*Parámetros de entrada en guía ofimática planeación agregada*

Requerimientos de producción							
Periodos	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	
Demanda pronosticada	1500	1300	1000	1200	1400	1000	
Días laborales del periodo	21	19	21	20	21	20	
Inventario de seguridad	200	200	200	100	100	100	
Pedidos comprometidos					1860		
Pedidos pendientes							
Inventario inicial	300						

Costos asociados	
Costo de contratar trabajador	\$ 200,00
Costo de despedir trabajador	\$ 240,00
Costo de ruptura de inventario (faltantes)	\$ 40,00
Costo de mantener inventario	\$ 30,00
Costo de hora regular	\$ 15,00
Costo de hora extra	\$ 20,00
Costo de hora ociosa	\$ 17,00
Costo de subcontratar producción	\$ 90,00

Parámetros de producción	
Plantilla laboral inicial	28
Plantilla laboral mínima	20
Plantilla laboral máxima	34
Horas de jornada regular	8
Horas de trabajo por unidad de producto	4
Unidades producidas por día por trabajador	
Producción extra permitida por mes (en % o # de horas)	0,10
Mínimo de unidades subcontratadas	20
Máximo de unidades subcontratadas	200

¿Está permitido este factor en la política?	
Horas extra	SI
Horas ociosas	NO
Subcontratación de producción	SI
Faltantes en la estrategia de nivelación	SI

Como se observa en la figura 22, los datos de entrada se encuentran separados en distintos bloques con el fin de facilitar su llenado.

4.3.2.1.3. Hojas “Seguimiento” y “Nivelación”. Con los parámetros de entrada definidos, en las hojas “Seguimiento” y “Nivelación” se plantea automáticamente la proyección de la estrategia de planeación agregada en cuestión, mostrando los parámetros de producción y los costos, a partir de allí el estudiante puede revisar cada cifra y cada cálculo, con el fin de retroalimentar ya sea el ejemplo de la guía o los ejercicios que resuelva durante su estudio independiente, permitiéndose así aclarar sus resultados y las falencias que tenga en sus conceptos.

En la figura 23 puede observarse la solución del ejemplo de la guía teórica obtenida por la plantilla para la estrategia de seguimiento en el formato diseñado.

Figura 23

Hoja "Seguimiento" en guía ofimática de planeación agregada

Proyección producción planeación agregada							
Periodos	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	
Plan de necesidades de producción (P.N.P.)	1400	1300	1000	1100	1860	1000	
Días laborales por mes	21	19	21	20	21	20	
Número de trabajadores necesarios	33,33	32,95	23,29	26,25	43,10	26,00	
Plantilla real	34	33	24	27	34	26	
Variación plantilla	6	-1	-9	3	7	-8	
Horas regulares disponibles	5712	5016	4032	4320	5712	4160	
Horas regulares requeridas	5600	5008	3912	4200	7240	4160	
Producción regular	1428	1254	1008	1080	1428	1040	
Horas regulares ociosas	0	0	0	0	0	0	
Producción disponible en horas extra	142	125	100	108	142	104	
Producción en horas extra	0	0	0	0	142	0	
Horas extra utilizadas	0	0	0	0	568	0	
Producción subcontratada	20	20	20	20	200	20	
Inventario disponible	48	22	50	50	0	20	
Inventario de seguridad	200	200	200	100	100	100	
Inventario total	248	222	250	150	100	120	
Producción Faltante	0	0	0	0	40	0	

Costos							
Periodos	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	
Contratar y despedir	\$ 1.200,00	\$ 240,00	\$ 2.160,00	\$ 600,00	\$ 1.400,00	\$ 1.920,00	
Horas regulares trabajadas	\$ 85.680,00	\$ 75.240,00	\$ 60.480,00	\$ 64.800,00	\$ 85.680,00	\$ 62.400,00	
Horas ociosas	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	
Horas extra	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ 11.360,00	\$ -	
Producción subcontratada	\$ 1.800,00	\$ 1.800,00	\$ 1.800,00	\$ 1.800,00	\$ 18.000,00	\$ 1.800,00	
Costo mantener inventario	\$ 7.440,00	\$ 6.660,00	\$ 7.500,00	\$ 4.500,00	\$ 3.000,00	\$ 3.600,00	
Costo faltantes	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ 1.600,00	\$ -	
Costo total por mes	\$ 96.120,00	\$ 83.940,00	\$ 71.940,00	\$ 71.700,00	\$ 121.040,00	\$ 69.720,00	

Costo total	
\$	514.460,00

4.3.2.1.4. Hoja "An. Gráfico". Como su nombre lo indica, en esta hoja se plantea un análisis gráfico que compara las dos estrategias principales de planeación agregada, de modo que su revisión y análisis permita extraer conclusiones extra sobre el ejercicio. En la figura 24 se muestra parte de las gráficas generadas para el ejemplo planteado en la guía.

Figura 24

Hoja "Análisis gráfico" de la guía de planeación agregada



4.3.2.2. Guía Ms. Excel Planeación de Requerimientos de Capacidad. Esta plantilla se compone de 8 hojas, la primera de ellas corresponde nuevamente a las instrucciones de uso de la plantilla y los pasos a seguir para resolver ejercicios con esta, siguiendo la misma estructura presentada en la guía de planeación agregada.

4.3.2.2.1. Hoja “Tiempos de carga”. En la segunda hoja “Tiempos de carga” es posible calcular los tiempos de carga en cada centro de trabajo para fabricar una unidad del producto del ejercicio a partir de su ruta de fabricación, la cuál es el parámetro de entrada en esta hoja en un formato de lista como se muestra en la figura 25.

Figura 25

Parámetros de entrada en hoja "Tiempos de carga" de la guía de CRP

Operación	Centro de trabajo que la realiza	Componente	Identificación del componente	Siguiente operación	Número de piezas requeridas en la siguiente operación	Tiempo de carga de la operación $t_c(i)$	Aprovechamiento
1	1	Patas	P	2	1	0,01	90%
2	1	Patas	P	4	4	0,01	80%
3	1	Asiento	A	4	1	0,02	90%
4	2	Banca	B		0	0,1	85%
5							
6							
7							
8							
9							
10							

En esta misma hoja, se presentan los parámetros de salida obtenidos tras los respectivos cálculos, esta característica se puede observar en la figura 26.

Figura 26*Parámetros de salida en hoja "Tiempos de carga"*

Unidades a procesar uap(i)					
Operación	Siguiente operación	A	Número de piezas requerido en sig. op.	uap	
1	2	90%	1	6,54	
2	4	80%	4	5,88	
3	4	90%	1	1,31	
4	0	85%	0	1,18	
5	0	0%	0	0,00	
6	0	0%	0	0,00	
7	0	0%	0	0,00	
8	0	0%	0	0,00	
9	0	0%	0	0,00	
10	0	0%	0	0,00	

Tiempo de carga de un componente en un centro de trabajo Tc(j,k)					
		Centro de trabajo			
		1	2	3	4
Componente	P	0,1242	0,0000	0,0000	0,0000
	A	0,0261	0,0000	0,0000	0,0000
	B	0,0000	0,1176	0,0000	0,0000
		0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
		0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
		0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
		0,0000	0,0000	0,0000	0,0000

Lista de capacidad y tiempos totales de carga TTc(j,k)				
	CT1	CT2	CT3	CT4
Tiempo total de carga sobre el centro de trabajo TTc(j,k)	0,1503	0,1176	0,0000	0,0000

4.3.2.2.2. Hoja "CRP" y hojas de técnicas de lotificación (5 técnicas). En la hoja CRP es posible calcular el plan de requerimientos de capacidad, teniendo como parámetros de entrada la lista de capacidad (Tiempos de carga unitarios calculados en la hoja anterior), la capacidad disponible y el Plan Maestro de Producción (PMP), se obtiene como resultado la capacidad necesaria en cada periodo de la proyección para cada centro de trabajo y la capacidad necesaria total, el formato de esta hoja se consigna en la figura 27.

Figura 27*Plan de requerimientos de capacidad*

Lista de capacidad TTc(j,k)				
Producto	banca	2	3	n...
CT1	0,150326797			
CT2	0,117647059			
CT3	0			
CT4	0			
CTn...				

Capacidad disponible por centro de trabajo CD					
Concepto	Horas por turno (h.e.)	Trabajadores por turno	Turnos por jornada	Jornadas por semana	CD
CT1	7	1	1	6	42
CT2	7	1	1	6	42
CT3					0
CT4					0
CTn					0

Plan de requerimientos de capacidad									
Semanas		1	2	3	4	5	6	7	8
PMP (RPPL)	Producto banca (b)	230	240	210	250	230	260	290	250
	Producto 2								
	Producto 3								
	Producto n...								
CT1	Capacidad disponible CD	42	42	42	42	42	42	42	42
	Capacidad necesaria CN por b	34,5751634	36,07843137	31,56862745	37,581699	34,5752	39,085	43,5948	37,5817
	Capacidad necesaria CN por 2								
	Capacidad necesaria CN por 3								
	Capacidad necesaria CN por n...								
	CRP (\sum CN)	34,5751634	36,07843137	31,56862745	37,581699	34,5752	39,085	43,5948	37,5817
	Desviación (CD-CRP)	7,424836601	5,921568627	10,43137255	4,4183007	7,42484	2,91503	-1,5948	4,4183
Desviación acumulada	7,424836601	13,34640523	23,77777778	28,196078	35,6209	38,5359	36,9412	41,3595	
CT2	Capacidad disponible CD	42	0	0	0	0	0	0	0
	Capacidad necesaria CN por b	0	0	0	0	0	0	0	0
	Capacidad necesaria CN por 2								
	Capacidad necesaria CN por 3								
	Capacidad necesaria CN por n...								
	CRP (\sum CN)	0	0	0	0	0	0	0	0
	Desviación (CD-CRP)	42	0	0	0	0	0	0	0
Desviación acumulada	42	42	42	42	42	42	42	42	

Para la proyección del PMP se requiere hacer uso de las hojas de técnicas de lotificación, en la guía se presentan las siguientes:

- Lote a lote
- Lote constante
- Lote económico
- Periodo constante
- Periodo óptimo

En un formato como el que se consigna en la figura 28 es posible proyectar el PMP haciendo uso de la guía ofimática, allí se presenta un formato específico en función de cada una de las técnicas listadas anteriormente.

Figura 28

Formato de las hojas de técnicas de lotificación

Mes		Noviembre				Diciembre			
P.A.P.		2360				2640			
Parte del producto en P.A.P. (%)	60%	1416				1584			
Semanas		1	2	3	4	5	6	7	8
Necesidades brutas NB		354	354	354	354	396	396	396	396
Inventario en exceso IE		80	0	0	0	0	0	0	0
Recepciones programadas RP		150							
Necesidades netas NN		274	204	354	354	396	396	396	396
Recepción de pedidos planif. RPPL		274	204	354	354	396	396	396	396

Periodo constante (Semanas)	1
-----------------------------	---

En este tipo de lotificación se hace un pedido cada vez que transcurra el número de periodos propuesto, correspondiente con la suma de las unidades de los periodos que el pedido va a satisfacer

4.3.2.3. Guía Ms. Excel planeación de requerimiento de materiales. Esta guía se compone de 4 hojas, nuevamente la hoja de instrucciones en primer lugar explicando el uso de la guía, posteriormente dos hojas de lista de materiales y una hoja de archivo de registro de inventarios.

4.3.2.3.1. Hojas “Lista de mat. 1” y “Lista de mat. 2”. En estas hojas el estudiante deberá disponer la lista de materiales y otros parámetros del ejercicio en el formato que se muestra en la figura 29, pudiendo resolver ejercicios con una o dos listas de materiales, si son más deberá adaptar la guía, en esta hoja todos los valores son parámetros de entrada.

Es importante considerar que debe crearse una hoja de registro de inventarios por cada componente presente en las listas de componentes además de nombrarla con el identificador del componente para que la formulación sea correcta, esto se aclara en las instrucciones de la guía.

4.3.2.4. Guía Ms. Excel Programación lineal en operaciones. Teniendo en cuenta que cada ejercicio de programación lineal representa un modelo matemático distinto, la hoja de cálculo no está completamente estandarizada y por lo tanto no se incluye una hoja de instrucciones en esta guía, sin embargo, se diseñó un formato estándar que sirve como base para comprender los conceptos y por lo tanto desarrollar cualquier tipo de planeación haciendo uso de un modelo matemático de programación lineal y la herramienta solver de Excel. este formato se explica detalladamente en la guía teórica para cada ejemplo propuesto, de modo que el estudiante sepa cómo usarlo y desarrollar problemas con él. Este formato se puede observar en la figura 31.

Figura 31
Formato guía ofimática programación lineal en operaciones

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	AG	AH	AI	AJ
1			Número de trabajadores en el periodo i						Trabajadores contratados en el periodo i						Trabajadores despedidos en el periodo i									
2																								
3		Variables definidas	T1	T2	T3	T4	T5	T6	C1	C2	C3	C4	C5	C6	D1	D2	D3	D4	D5	D6				
4		Costo	1000	950	1050	950	1000	1000	700	700	700	700	700	700	1400	1400	1400	1400	1400	1400			Z	338975
5		Valor	32,75	32,75	32,75	35	47	52,5	0	0	0	2,25	12	5,5	67,25	0	0	0	0	0				
6																					Total	≤ ≥	constante	
7		$T_1 = 100 + C_1 - D_1$	1						-1						1						100	=	100	
8		$T_2 = T_1 + C_2 - D_2$	-1	1						-1						1					0	=	0	
9		$T_3 = T_2 + C_3 - D_3$		-1	1						-1						1				0	=	0	
10		$T_4 = T_3 + C_4 - D_4$			-1	1						-1						1			0	=	0	
11		$T_5 = T_4 + C_5 - D_5$				-1	1						-1						1		0	=	0	
12		$T_6 = T_5 + C_6 - D_6$					-1	1						-1						1	0	=	0	
13		$P_1 \leq T_1 + 2 * 20$	-40																		0	≤	0	
14		$P_2 \leq T_2 + 2 * 19$		-38																	-484,5	≤	0	
15		$P_3 \leq T_3 + 2 * 21$			-42																-355,5	≤	0	
16		$P_4 \leq T_4 + 2 * 19$				-38															0	≤	0	
17		$P_5 \leq T_5 + 2 * 20$					-40														0	≤	0	
18		$P_6 \leq T_6 + 2 * 20$						-40													0	≤	0	
19		$I_1 = 120 + P_1 - 1190$																			-1310	=	-1310	
20		$I_2 = I_1 + P_2 - 760$																			-760	=	-760	
21		$I_3 = I_2 + P_3 - 1020$																			-1020	=	-1020	
22		$I_4 = I_3 + P_4 - 1330$																			-1330	=	-1330	
23		$I_5 = I_4 + P_5 - 1880$																			-1880	=	-1880	
24		$900 = I_6 + P_6 - 2100$																			-2100	=	-2100	

4.3.3. Desarrollo de talleres

El material desarrollado en este proyecto ha sido diseñado como un complemento para estudio independiente, por lo que los talleres se han diseñado siguiendo este lineamiento.

Los talleres se diseñaron buscando abarcar cada uno de los conceptos explicados en las guías por medio de diferentes ejercicios de modo que al resolver el taller por completo el estudiante haya practicado cada uno de los conceptos aprendidos. Para el tema correspondiente a programación lineal no se ha desarrollado un taller dedicado ya que este abarca todos los demás temas vistos durante la asignatura por lo que es posible usar los distintos talleres desarrollados en los demás temas, plantearlos como un ejercicio de programación lineal y posteriormente desarrollarlos por medio de la herramienta solver de Ms Excel.

Además de los talleres realizados como parte del material instruccional entregable del proyecto de grado, se realizaron dos talleres evaluativos con el fin de revisar ciertas características de adaptación al material por parte del estudiante, esto se explicará detalladamente en el numeral 4.5 de este libro.

4.3.4. Desarrollo de videos explicativos

Los videos explicativos se crean como complemento a la guía teórica, explicando los conceptos más importantes o difíciles de entender, además, como un medio para explicar el uso de la guía ofimática. Esto con el fin de que aquellos estudiantes que requieren una ayuda extra para comprender los temas se apoyen en este recurso. Los videos se cargaron a la plataforma de videos online YouTube para facilitar su acceso, agregando su vínculo web a la guía teórica en la sección correspondiente. Cabe aclarar que se creó un perfil específico en YouTube para cargar dichos videos como parte del entregable de este proyecto ya que se consideró más adecuado debido a su

peso digital, este perfil puede encontrarse como (Dirección Operaciones 2), sus datos de acceso se incluyen en el apéndice I junto con el vínculo de cada video desarrollado.

Los videos desarrollados junto con su descripción y su vínculo web se listan a continuación:

- Se realizó un video explicativo para la resolución del ejemplo planteado en cada una de las guías prácticas de Ms. Excel, con el fin tanto de aclarar el método y los conceptos, como de explicar el uso de dicha guía.

Vínculos: [Planeación agregada](#), [CRP](#), [MRP](#), [Programación lineal](#).

- Explicación gráfica de un recurso cuello de botella del tema Teoría de Restricciones

Vínculo: <https://youtu.be/2311dsNFmds>

- Mediante la observación del grupo, se identificó dificultad de comprensión sobre el procedimiento “Ajuste de inventario final” que se realiza sobre las estrategias de nivelación en el tema planeación agregada, por lo que se realizó un video explicándolo detalladamente.

Vínculo: <https://youtu.be/uyXxpmPn7IQ>

- Mediante la observación del grupo, se identificó dificultad práctica sobre los procedimientos que se realizan en las técnicas de dimensionado de lote usados en los temas de CRP y MRP, por esta razón se desarrolló un video explicando cada una de las 5 técnicas planteadas en la guía teórica.

Vínculo: <https://youtu.be/9JcfL8t8F2k>

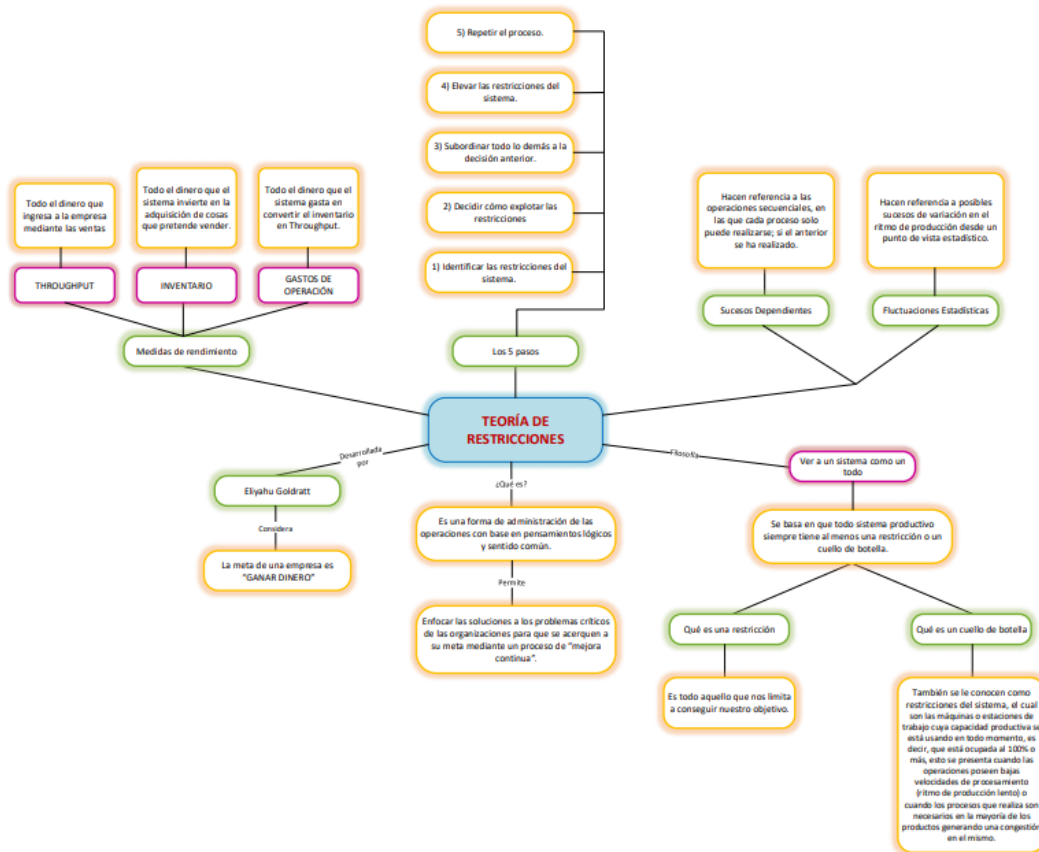
4.3.5. Desarrollo de mapas conceptuales

Para cada temática se desarrolló un mapa conceptual que define de manera corta pero precisa los principales conceptos y métodos usados para la temática en cuestión, se eligió el mapa conceptual como medio de resumen ya que este permite una revisión rápida de la información y le agrega una característica gráfica y ordenada que permite identificar qué debe aprenderse y, en caso de ya manejar la temática, actúa como un medio de repaso rápido.

A modo de ejemplo del formato de los mapas conceptuales, en la figura 32 se muestra el correspondiente a la temática Teoría de Restricciones.

Figura 32

Ejemplo de mapa conceptual desarrollado correspondiente a TOC



4.4. Implementación del material teórico práctico desarrollado

La implementación del material desarrollado se realizó a lo largo del semestre 2020-2 en el curso de la asignatura asignado al profesor Fabio Velasco, durante este lapso de tiempo se entregaron 4 paquetes de medios instruccionales para estudio independiente correspondiente con las temáticas de Planeación agregada, Teoría de restricciones, Planeación de requerimientos de capacidad y Planeación de requerimientos de materiales, el material desarrollado para programación lineal en operaciones no pudo ser implementado por escasez de tiempo, sin embargo, siguió los mismos parámetros de desarrollo de las demás entregas y los ajustes que se obtuvieron en las evaluaciones realizadas.

Además de las entregas del material de estudio independiente, los ejemplos y ejercicios de las diferentes temáticas realizados durante la clase fueron desarrollados, en colaboración con el profesor Fabio Velasco, haciendo uso de Ms. Excel como se planteó desde el inicio del proyecto, en la figura 33 se puede observar la explicación en clase de un ejemplo del tema planeación agregada haciendo uso de esta herramienta tecnológica.

Figura 33
Uso de Excel durante la clase

Periodos	enero	febrero	marzo	abril	mayo	junio
Plan de necesidades de producción (P.N.P)	1100	700	1550	1500	1600	1200
Días laborales por mes	22	18	21	21	22	20
Número de trabajadores necesarios	25,00	19,44	34,71	35,71	36,36	36,00
Plantilla real	25	22,00	32,00	32,00	32,00	30,00
Variación plantilla	-3	-3,00	10,00	0,00	0,00	-2,00
Horas regulares disponibles	4400	3168	5376	5376	5632	4800
Horas regulares requeridas	4400	2800	6200	6000	6400	4800
Producción regular	1100	792	1344	1344	1408	1200
Horas regulares ociosas	0	0	0	0	0	0
Producción disponible en horas extra	110	79	134	134	140	120
Producción en horas extra	0	0	114	134	140	0
Horas extra utilizadas	0	0	456	536	560	0
Producción subcontratada	0	0	0	22	52	0
Inventario disponible	0	92	0	0	0	0
Inventario de seguridad	100	100	100	100	100	100
Inventario total	100	192	100	100	100	100
Producción Faltante	0	0	0	0	0	0

La implementación del material también requería la verificación de la comprensión de los conceptos por parte de los estudiantes, como se indicó en el diseño, este factor se realizó de la manera clásica con los métodos evaluativos del docente, sin embargo, como parte del proyecto se realizaron 2 talleres de ejercicios para las temáticas de planeación agregada y teoría de restricciones con el fin de obtener información sobre la adaptación de los estudiantes al material instruccional que se les brindó, el uso de talleres en clase como medio para fortalecer la comprensión de conceptos y el uso de la plataforma de aula virtual Edmodo, que se planteó inicialmente como parte del proyecto pero posteriormente fue descartada como se verá en el capítulo 4.5.

Durante el semestre de implementación los autores del proyecto asistieron a las clases del grupo dirigido por el profesor Fabio Velasco con el fin de identificar los conceptos sobre los cuales los estudiantes presentaban confusión por medio de la observación de la clase.

En la evaluación de conceptos del tema planeación agregada se realizó un taller para entregar que debía ser resuelto en Ms. Excel, sin embargo, requería un método de resolución especial (estrategia mixta de planeación agregada) que combina los métodos básicos y por tanto la plantilla guía en Excel no lo resolvía de manera estándar, debía ser adaptada y reformulada. Se hizo de esta manera con el fin de verificar dos características, una de ellas era evidentemente la comprensión de los conceptos sobre la temática, la otra consistía en evidenciar la capacidad de manejo y adaptación de los estudiantes sobre la herramienta Ms. Excel.

Esta evaluación fue presentada por 27 de los 28 estudiantes del grupo, de los cuales el 100% llegó a las respuestas correctas, esto indica, a priori, que se lograron los objetivos de aprendizaje planteados en el diseño, sin embargo, la perspectiva de los estudiantes respecto a estos objetivos se consigna en el capítulo 4.5 de este documento.

Por otro lado, el 74% de los estudiantes adaptó la plantilla guía para resolver el ejercicio lo que requería tanto manejo de Ms. Excel como manejo de los conceptos, esto indica que la adaptación de los estudiantes a esta herramienta tecnológica fue satisfactoria, estos resultados se revisan detalladamente en el capítulo 4.5.

Cabe resaltar que este taller fue retroalimentado durante su desarrollo por parte de los autores del proyecto haciendo uso de la plataforma Edmodo, la cual se propuso inicialmente como medio de comunicación para los canales estudiante-docente y estudiante-estudiante ya que se había considerado adecuada para retroalimentar las dudas de los estudiantes en tiempo real tanto entre ellos mismos como con ayuda del docente por medio de foros, sin embargo, tuvo poca aceptación, por lo que su uso fue descartado como se describirá en el capítulo 4.5.

El segundo taller evaluativo realizado como parte del proyecto sobre la temática teoría de restricciones buscó evaluar el uso de talleres independientes en clase, con retroalimentación y resolución de dudas inmediata como apoyo para la comprensión de los conceptos por parte de los estudiantes, nuevamente el 100% de las entregas llegaron a la respuesta correcta. La aceptación por parte de los estudiantes de este método como medio para fortalecer los conceptos se evaluó por medio de una encuesta, teniendo resultados favorables, estos pueden revisarse en el capítulo 4.5.

4.5. Evaluación del material teórico práctico desarrollado

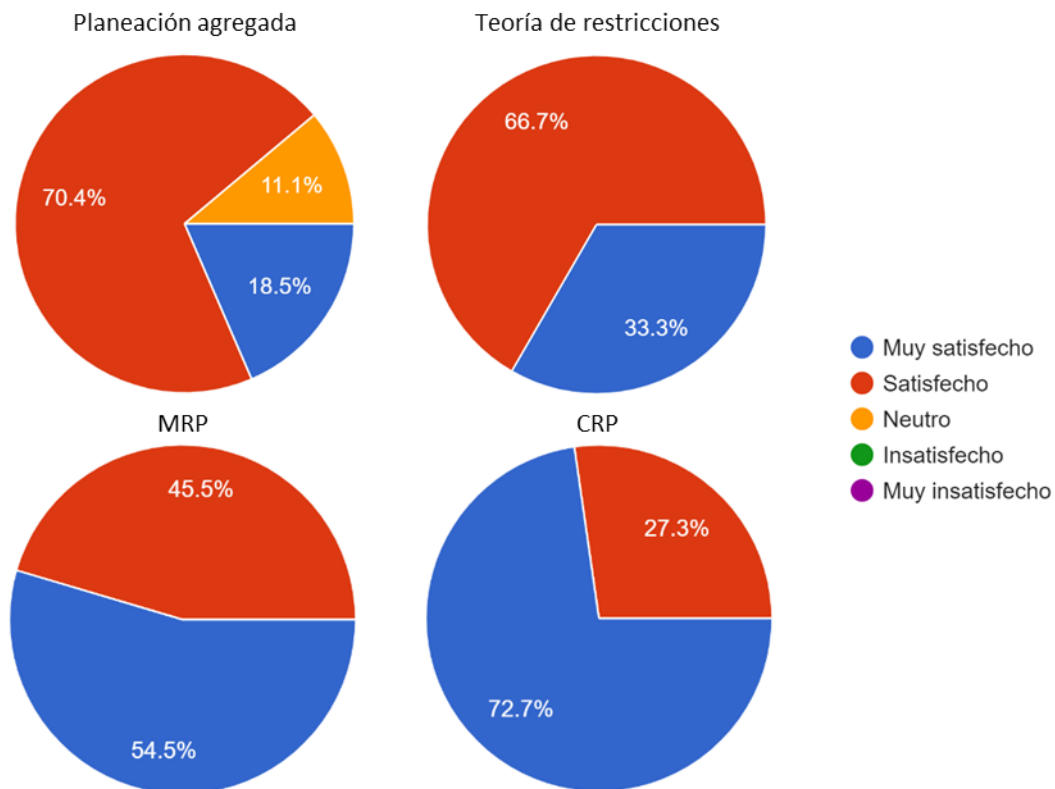
Durante el semestre de implementación (2020-2) se realizaron tres encuestas al grupo de estudiantes para evaluar diferentes características de los medios instruccionales presentados, buscando identificar sus falencias y sus posibilidades de mejora, además de dos talleres con el fin de evaluar la adaptación de los estudiantes a los medios y a los métodos pedagógicos. las preguntas realizadas junto con los resultados encontrados en estas encuestas se consignan en el apéndice J.

Con cada encuesta aplicada a los estudiantes se buscó evaluar diferentes características teniendo en cuenta que durante la implementación se realizaron distintos ajustes, entre ellas se encuentran la satisfacción con respecto al cumplimiento de los objetivos de aprendizaje, el uso de videos, el uso de talleres, la cantidad y calidad del material, entre otros.

En el diseño instruccional, el cumplimiento de los objetivos de aprendizaje corresponde con un factor relevante en cuanto a la evaluación y desempeño del modelo desarrollado, para las 5 temáticas se siguieron parámetros similares en la definición de los objetivos como se explicó en la fase de diseño, para evaluarlos se encuestó a los estudiantes sobre su satisfacción sobre el cumplimiento de dichos objetivos, obteniendo los resultados que se consignan en la figura 34.

Figura 34

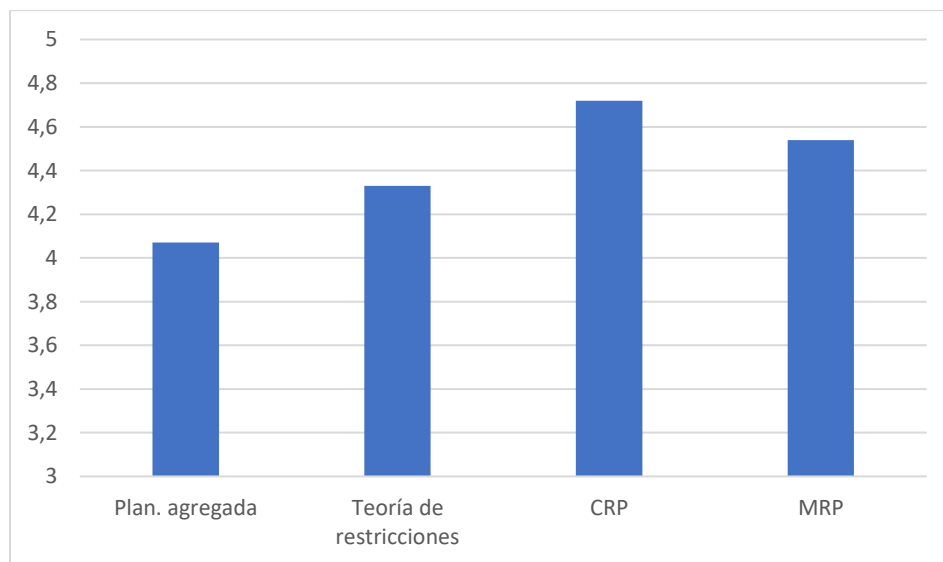
Evaluación de la satisfacción sobre los objetivos de aprendizaje planteados



Ponderando los resultados de la encuesta para obtener una calificación numérica se obtienen los valores consignados en la figura 35, allí se organizan cronológicamente de acuerdo a su orden de implementación, observándose que la primera implementación correspondiente a planeación agregada obtuvo la calificación más baja aun siendo buena calificación. En las siguientes dos entregas correspondientes a teoría de restricciones y CRP la satisfacción aumentó, evidenciando que los ajustes realizados tras las sugerencias obtenidas en las evaluaciones anteriores dieron resultados positivos, sin embargo, en la última entrega tuvo una leve caída, esto puede haberse presentado por el corte en el semestre por las vacaciones de diciembre.

Figura 35

Evolución de la calificación sobre los objetivos de aprendizaje en las distintas temáticas implementadas



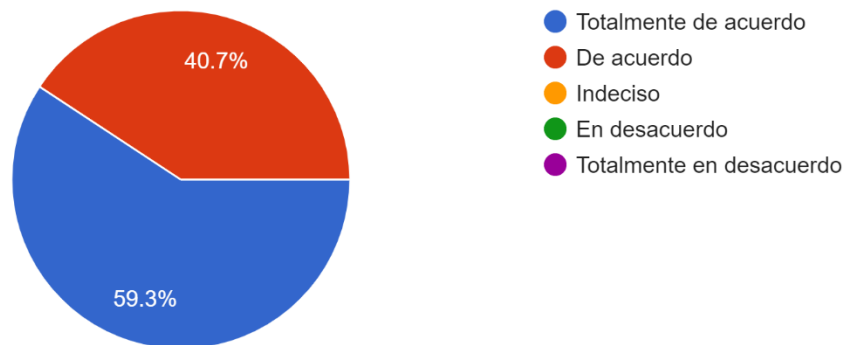
Tras la primera entrega de material de estudio independiente correspondiente a planeación agregada se realizó una encuesta que buscó determinar si las herramientas tecnológicas elegidas resultaban apropiadas y ayudaban al estudiante en su proceso de aprendizaje con el fin de revisar características por mejorar y eliminar aquellas que entorpecieran la pedagogía de la asignatura,

además se dejó un espacio abierto con el fin de recoger información extra desde la perspectiva del estudiante.

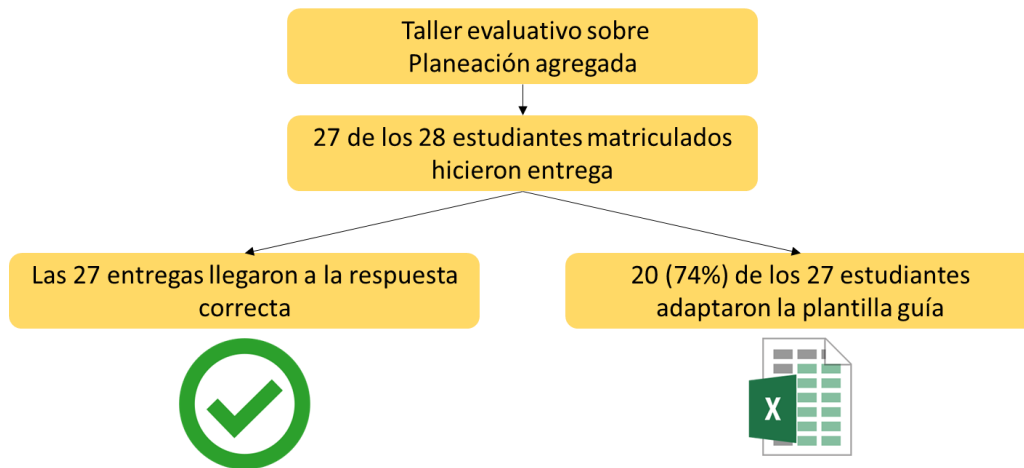
Teniendo en cuenta que uno de los pilares del proyecto es el uso de Ms. Excel como medio para actualizar y mejorar la pedagogía de la asignatura en la EEIE, se encuestó a los estudiantes sobre el uso de esta herramienta en su proceso de aprendizaje sobre el tema Planeación Agregada obteniendo los resultados que se consignan en la figura 36.

Figura 36

El uso de plantillas en Excel para el tema Planeación Agregada, ¿Complementó su proceso de aprendizaje?



Por otro lado, como ya se mencionó anteriormente, se realizó un taller que buscaba evaluar tanto la comprensión de los conceptos del tema como la adaptación a Ms. Excel por parte de los estudiantes, de esta actividad se encontró que 20 de los 27 estudiantes que presentaron la actividad ajustaron la herramienta de Excel que se les brindó (figura 37) lo que indica que se adaptaron favorablemente a su uso corroborando los resultados anteriores.

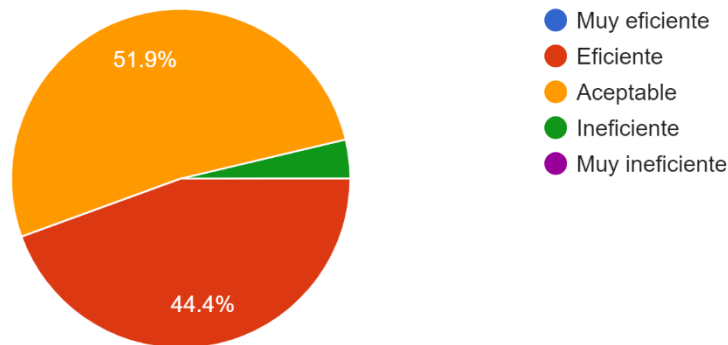
Figura 37*Adaptación del grupo a la herramienta Ms. Excel*

Con base en estos resultados es posible afirmar que Ms. Excel cumple satisfactoriamente su objetivo como herramienta de apoyo en la asignatura Dirección de Operaciones II, por lo que se reafirma su uso para las demás temáticas.

Por otro lado, se evaluó el uso de Edmodo como herramienta de aula virtual, esta se eligió ya que su interfaz presenta grandes similitudes con la interfaz de redes sociales, por lo que se planteaba que la adaptación de los estudiantes a ella sería favorable, además esta plataforma permite comunicación docente-estudiante y estudiante-estudiante de una manera bastante sencilla, lo que planteaba resolución de dudas rápidamente entre estudiantes y con la asistencia del profesor por medio de foros, teniendo en cuenta que esta plataforma posee una aplicación móvil con notificaciones push que informan a cada participante cada vez que hay actividad en el aula virtual. Aún con las cualidades observadas por los autores del proyecto sobre esta plataforma, su aceptación por parte de los estudiantes no fue la esperada como se muestra en la figura 38, por lo que su uso fue descartado tras la primera implementación, remitiéndose al uso exclusivo de la plataforma Moodle con el apoyo del docente del curso.

Figura 38

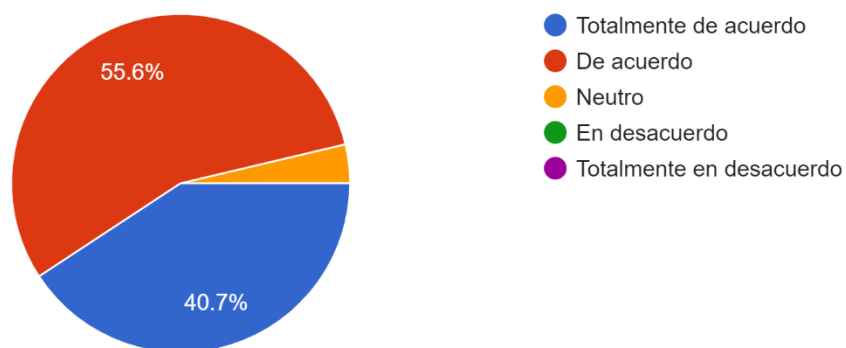
¿Considera que fue eficiente el uso de Edmodo como herramienta de aula virtual?



Con respecto al uso de videos como herramienta para fortalecer la comprensión de conceptos y acompañamiento a las clases y las guías hubo buena aceptación por parte de los estudiantes como se muestra en la figura 39, para esta temática se desarrollaron dos videos como se mostró anteriormente en la etapa de desarrollo, correspondientes al uso de la herramienta ofimática explicando un ejercicio en ella y otro explicando el proceso de “ajuste de inventario final en estrategias de nivelación”.

Figura 39

Respuesta a ¿Considera adecuado el uso de videos explicativos como acompañamiento a las guías y el material?



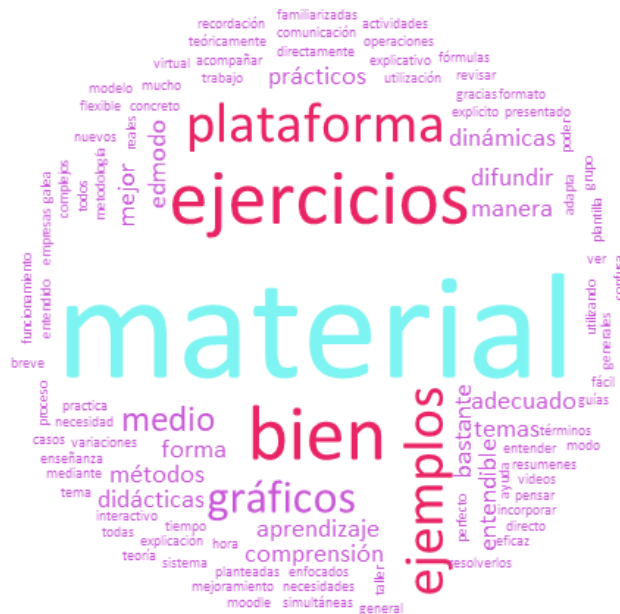
En cuanto a las respuestas abiertas, la pregunta realizada en la encuesta fue: ¿Cómo considera que podría mejorarse el material presentado?, para analizar estas respuestas se realizó una lista de frecuencias de las veces que se presentó cada palabra (ver apéndice K), eliminando palabras

comunes y sumando la frecuencia de sinónimos con el fin de realizar por medio de estos datos una nube de palabras que permitiera identificar los factores sobre los que se debía prestar mayor atención.

El resultado obtenido se muestra en la figura 40, allí se observa que la palabra con mayor frecuencia fue material, ya que la pregunta trataba sobre este, sin embargo, otras palabras destacadas indican que su percepción fue buena (bien), que debían presentarse más ejercicios y ejemplos, que debía revisarse la plataforma que se estaba usando, en aquel momento correspondía con Edmodo, esta fue descartada como se explicó anteriormente. Por otro lado, se observa que un método gráfico podría mejorar la comprensión de conceptos.

Figura 40

Nube de palabras con las opiniones sobre cómo podría mejorarse el material presentado?

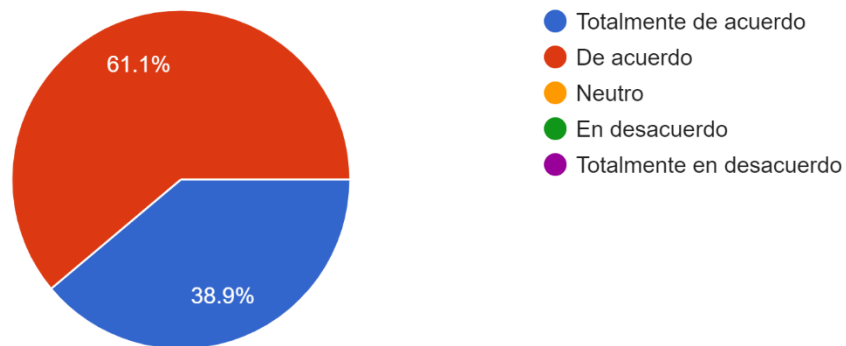


Anteriormente se mencionó que en la segunda implementación correspondiente al tema Teoría de restricciones se realizó un taller en clase acompañado por el docente y los autores del proyecto con el fin de resolver las dudas que se presentaran de manera inmediata y de esta manera usarlo

como medio para fortalecer la comprensión de conceptos, la efectividad de esta estrategia se midió encuestando a los estudiantes obteniendo resultados favorables, estos se consignan en la figura 41.

Figura 41

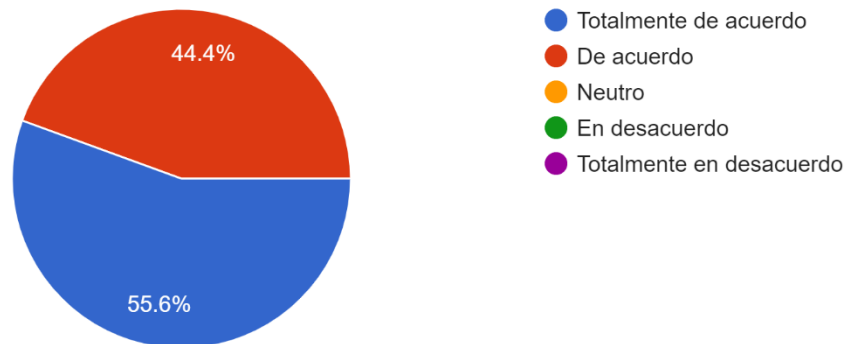
Considera que el taller en clase presentado sobre Teoría de restricciones le permitió reforzar los conceptos aprendidos?



Una de las características que se evaluó en la segunda implementación correspondió con el uso de modelos para facilitar la comprensión de conceptos. Los videos desarrollados para el tema planeación agregada explican conceptos o métodos de manera numérica, sin embargo, considerando que en la segunda implementación los estudiantes sugirieron métodos más visuales para explicar los conceptos, se desarrolló un video que representa un modelo de un cuello de botella de una manera que, aun siendo ideal, tiene un enfoque gráfico, lo que podría facilitar la comprensión del concepto. Los resultados obtenidos de la percepción de los estudiantes sobre este video se consignan en la figura 42.

Figura 42

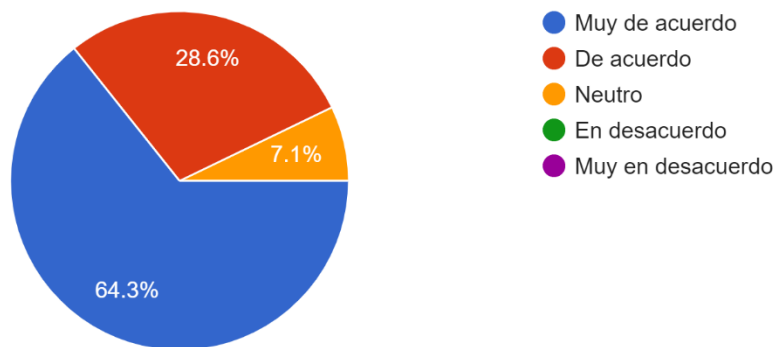
¿Considera que el video presentado para explicar un cuello de botella facilitó la comprensión del concepto?



Este resultado permite afirmar que ejemplos o ejercicios visuales, que representen un modelo real, como en las prácticas de laboratorio, pueden favorecer la comprensión y reafirmación de los conceptos teóricos vistos durante la clase. En vista de este resultado se encuestó a los estudiantes sobre la necesidad de prácticas de laboratorio para la asignatura desde su perspectiva, obteniendo los resultados que se muestran en la figura 43.

Figura 43

¿Las prácticas de laboratorio pueden mejorar la pedagogía de la asignatura?

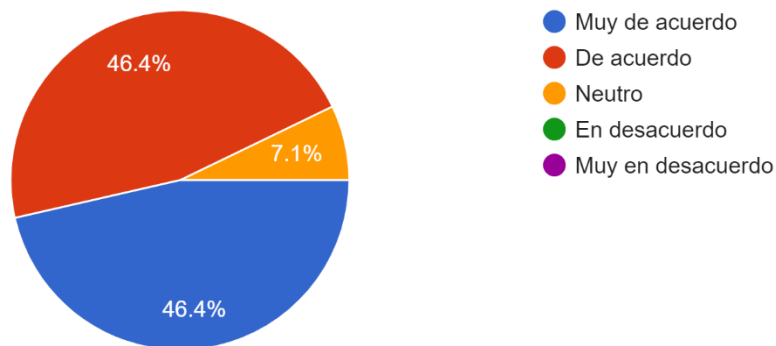


Estos resultados indican que la creación de prácticas de laboratorio para la asignatura es una necesidad latente y que, en función de fortalecer el perfil del ingeniero industrial de la UIS, estas deben desarrollarse con prontitud. Partiendo de lo encontrado en el benchmarking con otras universidades donde se identificó que en la Universidad Nacional de Colombia disponen del

laboratorio Lab3i, el cual cuenta con elementos didácticos como el Fischertecnik que permite simular cadenas productivas con fichas plásticas, planteamos la posibilidad de que estas prácticas se desarrollen en colaboración con el laboratorio Gálea ya que este dispone distintos elementos didácticos que podrían usarse para diseñar las prácticas, en función de esto se encuestó a los estudiantes sobre su percepción con respecto a este planteamiento, los resultados se muestran en la figura 44, confirmando que desde su perspectiva este laboratorio cuenta con los recursos.

Figura 44

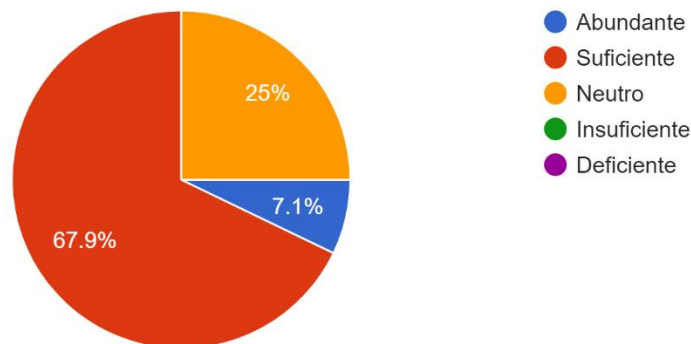
¿Considera que el laboratorio Galea cuenta con suficientes herramientas para diseñar prácticas de laboratorio para la asignatura Dirección de operaciones II?



Finalmente, atendiendo a que el proyecto buscaba desarrollar material pedagógico para estudio independiente que fortaleciera el aprendizaje de los estudiantes y permitiera complementar las clases, se encuestó a los estudiantes del curso sobre la cantidad y la calidad del material que tuvieron a su disposición durante el semestre, los resultados obtenidos se consignan en las figuras 45 y 46.

Figura 45

¿Considera que con los recursos que se le ofrecieron contó con suficiente material para su estudio independiente?

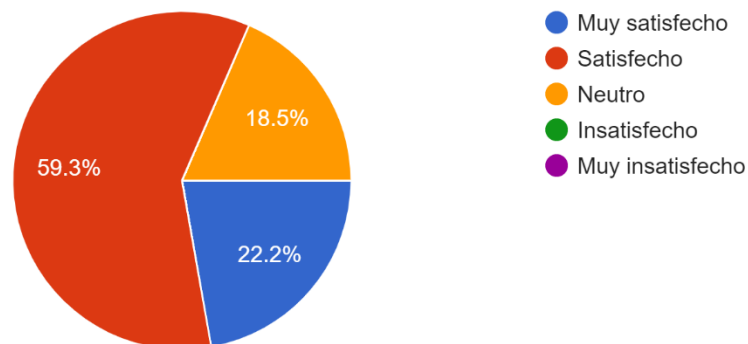


En función de los resultados obtenidos para la cantidad de material, asignando puntajes numéricos a las posibles respuestas se encuentra una media de 3,82 sobre 5 lo que indica que aún hace falta material para satisfacer completamente las necesidades de todos los estudiantes, es posible suponer con base en los resultados encontrados previamente que las prácticas de laboratorio lograrían satisfacer completamente las necesidades de los estudiantes ya sea durante la realización de la práctica o durante el análisis de datos en la realización de informes.

Por otro lado, además de la cantidad de material disponible, su calidad es otro factor importante para el estudiante ya que, de no ser satisfactoria, no lograría fortalecer el aprendizaje del estudiante y su valor pedagógico no sería el deseado, en cuanto a esta característica los resultados fueron buenos, obteniendo una media de 4.03 sobre 5 al convertir los datos de la escala Likert.

Figura 46

¿está satisfecho con la calidad del material que se le ofreció durante el semestre?



La calidad y cantidad del material disponible para estudio independiente también se evaluó previamente en el estudio diagnóstico, con el fin de comparar estos resultados y poder determinar

si el material desarrollado en conjunto con las herramientas tecnológicas implementadas representan una mejora en estos factores, para ello se realiza una comparación por medio de la prueba U de Mann-Whitney (ver apéndice L), que permite determinar si dos muestras provenientes de diferentes poblaciones se diferencian o no con respecto a una variable cuantitativa por medio de evaluación de hipótesis.

El estadístico U usado como contraste para la evaluación de hipótesis (Lowry, 2015) es el siguiente:

$$U_1 = n_1 n_2 + \frac{n_1(n_1 + 1)}{2} - T_1$$

$$U_2 = n_1 n_2 + \frac{n_2(n_2 + 1)}{2} - T_2$$

Donde:

n_1 = es el tamaño de la población 1

T_1 = es la suma de los rangos de la población 1

De manera análoga n_2 y T_2 corresponden a estos datos para la población 2.

Para calcular los rangos se organizan los datos de las dos poblaciones de menor a mayor y se asigna un número consecutivo a la posición de cada número.

Este debe ser calculado de manera independiente para cada población (1 y 2) y posteriormente para la evaluación de la hipótesis solo se considera el menor de los dos obtenidos.

El valor p puede ser computado usando la aproximación a la distribución normal de la siguiente manera:

$$Z = \frac{|U_{obt} - \frac{n_1 n_2}{2}|}{\sqrt{\frac{n_1 n_2 (n_1 + n_2 + 1)}{12}}}$$

Las hipótesis a evaluar son:

H_0 : Las dos muestras no se diferencian significativamente con respecto a la variable en cuestión

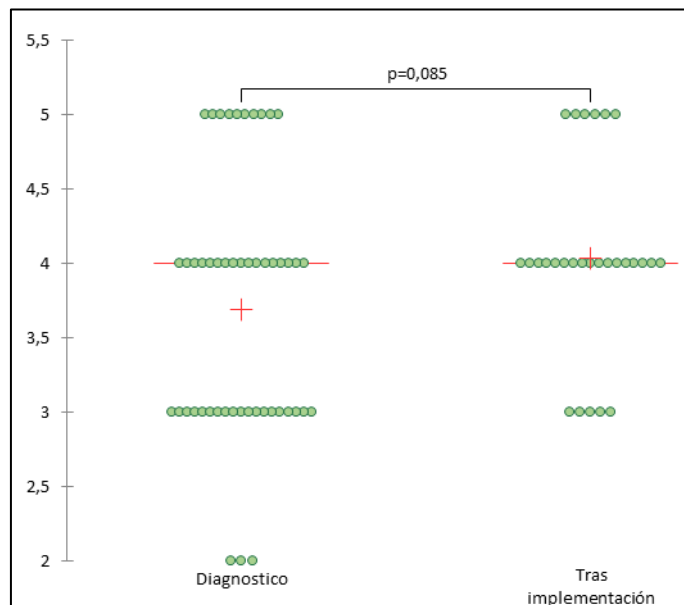
H_a : Las dos muestras se diferencian significativamente con respecto a la variable en cuestión.

significancia del 5% se rechaza la hipótesis nula y es posible afirmar que efectivamente se logró una mejora significativa en este aspecto.

En cuanto a la calidad del material ofrecido se obtuvieron los datos obtenidos para la muestra de diagnóstico y la muestra de implementación que se consignan en la figura 48.

Figura 48

Representación de los datos encontrados sobre la satisfacción del estudiante respecto a la percepción sobre la calidad de material disponible para su estudio independiente.



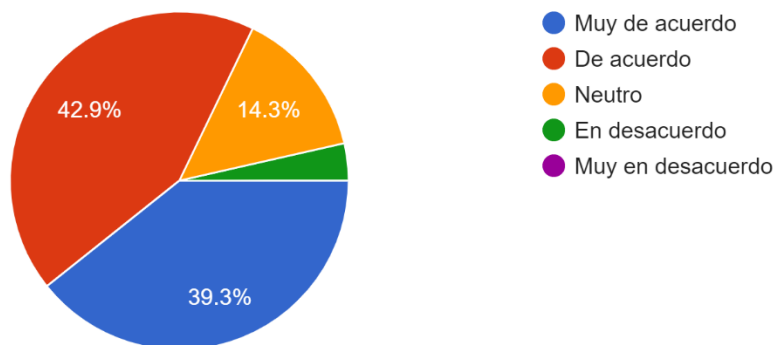
Se puede observar que la media de la percepción del estudiante sobre la calidad del material pedagógico aumentó aproximadamente 0.3 puntos, además la mediana se encuentra en ambos casos sobre 4 puntos, por lo que es posible inferir que la calidad del material no es significativamente diferente, sin embargo, se mantuvo sobre los estándares normales. Para verificar esta asunción se realiza nuevamente la prueba U de Mann-Whitney con la misma estructura para las hipótesis definida para la evaluación de la cantidad de material, obteniendo un valor mínimo $U=527$, llevando a un valor-p de 0.085, por lo que no se puede rechazar la hipótesis nula con un nivel de significancia del 5% y las dos poblaciones no son significativamente diferentes en cuanto a su percepción sobre la calidad del material pedagógico.

Además de la cantidad y calidad de material el proyecto buscaba la implementación de Ms. Excel como parte del desarrollo del curso, este parámetro se evaluó tras la primera implementación teniendo resultados favorables para su uso como herramienta de estudio independiente, sin

embargo, al finalizar el semestre se evaluó su uso durante las clases de todo el semestre en contraste con la metodología en semestres anteriores de tablas impresas en papel, este resultado se puede observar en la figura 49.

Figura 49

El uso de Ms. Excel representó una mejora en la pedagogía.



Al convertir la escala a valores numéricos se encuentra una calificación ponderada de 4.18 para los resultados de la encuesta, esto podría indicar que Ms. Excel efectivamente representó una mejora con respecto a la metodología de lápiz y papel.

4.5.1. Ajustes realizados tras la implementación y validación

A lo largo del proyecto se realizaron diferentes ajustes que permitieron optimizar el material desarrollado sobre las diferentes temáticas en función de las evaluaciones del material, las sugerencias realizadas por parte de los estudiantes, y la observación del grupo en las clases por parte de los autores, estas se listan a continuación:

- Eliminación de Edmodo: una de las primeras optimizaciones realizadas correspondió con descartar la herramienta Edmodo como aula virtual, ya que esta no tuvo buena aceptación por parte de los estudiantes, se reemplazó por la herramienta Moodle en colaboración con el docente.
- Eliminación de documento “Instrucciones de guía ofimática”: inicialmente las instrucciones de la guía ofimática se entregaron en un documento pdf, sin embargo, los

estudiantes presentaron dudas sobre el uso de la herramienta, lo que indica que posiblemente usaron la guía ofimática sin revisar el documento de instrucciones, la manera más adecuada para facilitar el uso de esta guía consistió en incluir las instrucciones en el mismo libro de Excel.

- Video sobre ajuste de inventario final en planeación agregada: Cuando se presentó este concepto, diferentes estudiantes tuvieron dificultad para comprenderlo claramente por lo que se hizo necesario un video explicativo sobre este que permitiera una revisión detallada del concepto.
- Video sobre técnicas de lotificación: Nuevamente por medio de observación de la clase, se percibió dificultad en el manejo de técnicas de lotificación por lo que se desarrolló un video en el que se explicaron detalladamente 5 técnicas de las más comúnmente usadas en la industria.
- Reafirmación de la necesidad de prácticas de laboratorio: En las encuestas de satisfacción, además de por medio de observación de las clases, se ratificó que el desarrollo de prácticas de laboratorio era una necesidad latente en la asignatura.
- Ajustes menores: Tras el uso de las guías; diferentes estudiantes y el docente identificaron errores menores como cifras mal escritas, o conceptos poco claros que fueron revisados y corregidos.

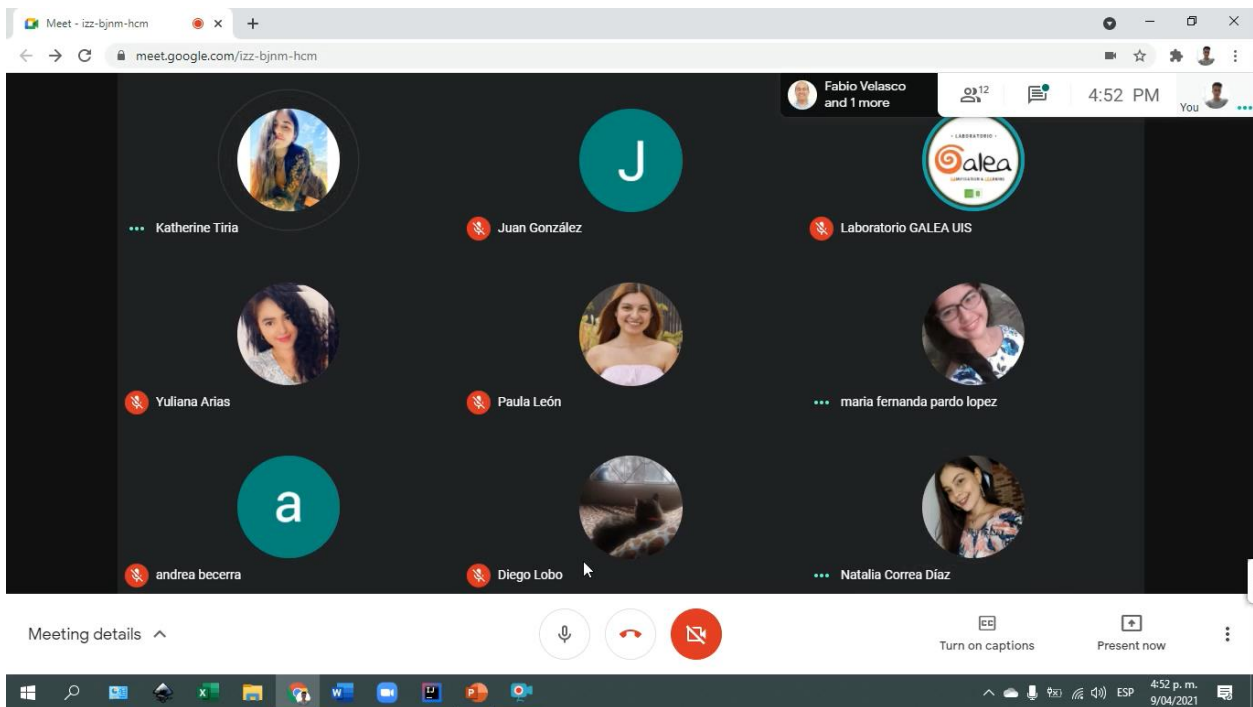
4.6. Socialización del proyecto con la comunidad académica

En la modalidad de proyecto de grado en práctica en docencia se establece como uno de los objetivos específicos la socialización del proyecto realizado con la comunidad académica con el fin de dar a conocer la propuesta pedagógica, por esta razón el día 9 de abril del 2021, se realizó

la socialización con el grupo Galea (figura 50) por medio de la plataforma Google Meets, evidenciando los resultados del diagnóstico, el material pedagógico desarrollado y los resultados de la implementación, tomando como enfoque en esta socialización la necesidad de crear prácticas de laboratorio, teniendo en cuenta que en los resultados una parte importante del grupo de implementación estuvo de acuerdo con que el grupo Galea es propicio para la implementación de prácticas de laboratorio para la asignatura. La presentación usada para esta socialización se encuentra en el apéndice M.

Figura 50

Evidencia sustentación con el grupo Galea



Los participantes de esta socialización indicaron que un nuevo proyecto en continuación a este con el objeto del desarrollo de prácticas de laboratorio resulta imprescindible para el desarrollo de la asignatura y por lo tanto del perfil del ingeniero industrial de la UIS.

5. Conclusiones

- El uso de un modelo instruccional resultó ser altamente eficaz para el desarrollo del material pedagógico, ya que permitió definir con mayor exactitud las necesidades de los estudiantes y así poder satisfacerlas atendiendo a los perfiles determinados. Además, permitió evaluar dicho material con precisión acorde a los objetivos de aprendizaje planteados.
- Se desarrollaron 5 paquetes de material para estudio independiente correspondientes a las temáticas planeación agregada, planeación de requerimientos de capacidad, planeación de requerimientos de materiales, teoría de restricciones y programación lineal en operaciones, cada uno de estos paquetes se componía de guías en pdf, plantillas guía en Excel, videos, mapas conceptuales y talleres.
- Con base en los resultados se puede afirmar que la implementación de Ms. Excel en la pedagogía de la asignatura resultó satisfactoria logrando una buena recepción por parte de los estudiantes y una actualización de los medios usados en el componente práctico de la asignatura generando una satisfacción de 4,59 puntos sobre 5.
- Se logró aumentar significativamente la disposición de material de estudio independiente manteniendo un buen nivel de calidad, obteniendo una mejora en la satisfacción respecto a la cantidad de material de 0,8 puntos en una escala del 1 a 5.
- Se evidenció que el enfoque práctico tuvo una mayor aceptación por parte de los estudiantes gracias al uso de ejemplos que intentaron representar la realidad. Además, existe una inclinación hacia el aprendizaje activo (ej. ejercicios, ejemplos, práctica) en vez del aprendizaje pasivo (ej. exposiciones).

- Se logró evidenciar que las herramientas tecnológicas brindan una ayuda pedagógica de gran valor para el estudiante, ya que le permiten revisar cuidadosamente cada método y cada concepto la cantidad de veces que lo requiera para comprenderlo completamente.
- Por medio de la observación del grupo, se evidenció que el acompañamiento del docente sobre el uso de material de estudio independiente es vital de modo que el estudiante pueda resolver las dudas que presente durante el uso de dicho material, evitando vacíos en el aprendizaje.
- Se determinó con base en el benchmarking, el diagnóstico y los resultados de la implementación; que la creación de prácticas de laboratorio para la asignatura es una necesidad latente que podría mejorar significativamente la pedagogía de esta, desde la perspectiva de los estudiantes el 93% se encuentra de acuerdo con esto.

6. Recomendaciones

- Se recomienda revisar y actualizar periódicamente el material instruccional presentado en este proyecto de grado con el fin de mantener una mejora continua sobre él como lo plantea el modelo instruccional ADDIE.
- Teniendo en cuenta que según Reigeluth (2009), el paradigma actual de la educación consiste en que el material de enseñanza es estándar para todos los estudiantes, se recomienda a los docentes considerar las diferentes capacidades y ritmos de aprendizaje existentes al diseñar el material y planear las clases de los distintos cursos que imparte la EEIE, con el fin de lograr maximizar los resultados de aprendizaje.
- Se recomienda a estudiantes interesados en la pedagogía y el área de administración de las operaciones, al grupo Galea y a docentes de este área, el desarrollo de prácticas de

laboratorio para la asignatura Dirección de Operaciones II con el fin de complementar las clases teóricas y actualizar la pedagogía de la asignatura.

- Se recomienda la inclusión de herramientas informáticas en cursos en los que aún no estén presentes ya que estas facilitan la transmisión del conocimiento.
- Se recomienda a los docentes de la asignatura Dirección de Operaciones II el uso de los medios instruccionales presentados en este proyecto, teniendo en cuenta que todos los archivos a excepción de los videos son editables y por lo tanto ajustables a su metodología propia.

Referencias bibliográficas

- Afonso, A., Chueri, L., & Santos, R. (2020). Business Process Management in Digital and Software ecosystems: A systematic mapping study [Administración de procesos de negocio en ecosistemas digitales y de software: un estudio de mapeo sistemático]. *2020 IEEE International Conference on Software Architecture Companion (ICSA-C)*.
- Agudelo M. (2009). Importancia del diseño instruccional en ambientes virtuales de aprendizaje. Nuevas ideas en informática educativa. *Universidad de Antioquia*. Colombia.
- Andronie M. (2014). Information and communication technologies (ICT) used for education and training [Tecnologías de la información y la comunicación usadas para educación y capacitación]. *Contemporary Readings in Law and Social Justice*.
- Aramburu Oyarbide, M. (s.f.). JEROME SEYMOUR BRUNER: DE LA PERCEPCIÓN AL LENGUAJE. *Revista Iberoamericana de educación*.
- Archila Gómez, A. X. (22 de Diciembre de 2020). Cómo abordan la materia de Dirección de operaciones en la Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia UPTC. (C. J. Tiria Becerra, Entrevistador)
- Argudín M. (2007). Universidad Autónoma Metropolitana. México. Obtenido de <http://hadoc.azc.uam.mx/menu/menu.htm>
- Arias Gallegos, W. L., & Oblitas Huerta, A. (2014). Aprendizaje por descubrimiento vs. Aprendizaje significativo: Un experimento en el curso de historia de la psicología. *Boletim Academia Paulista de Psicologia*, 34(87), 455-471. Sao Paulo, Brasil. Obtenido de <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=94632922010>
- Arias Tabares, J. C. (2018). Diseño y construcción de material teórico-práctico para la asignatura Finanzas y presupuestos.
- Belloch, C. (2012). *Diseño Instruccional*. Obtenido de Universidad de Valencia: <http://biblioteca.udgvirtual.udg.mx/jspui/handle/123456789/1321>
- Bustos A., & Roman M. (2011). La importancia de evaluar la incorporación y el uso de las TIC en la educación. *Revista Iberoamericana de evaluación educativa*, 4(2).

- Camargo Uribe, A., & Hederich Martínez, C. (2010). Jerome Bruner: Dos Teorías Cognitivas, Dos Formas De Significar, Dos Enfoques Para La Enseñanza De La Ciencia. *Psicogente*, 13(24), 329-346. Obtenido de <http://revistas.unisimon.edu.co/index.php/psicogente/article/view/1797>
- CEPAL. (Septiembre de 2011). *Las tecnologías de la información y las comunicaciones en la formación inicial docente de América Latina*. Obtenido de Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL): <https://www.cepal.org/es/publicaciones/6183-tecnologias-la-informacion-comunicaciones-la-formacion-inicial-docente-america>
- Chase, R., Jacobs, F., & Aquilano, N. (2009). *Administración de Operaciones. Producción y cadena de suministros*. (Duodécima ed.). McGraw-Hill.
- Chávez Arcega, I., Chávez Arcega, M., Padrón Fraga, C., & Martínez Rubin Celis, H. (19 de Febrero de 2009). *Conductismo, Cognitivismo y Diseño Instruccional*. Obtenido de http://www.academia.edu/download/40880746/Conductismo__Cognitivismo_y_Diseo_Instruccional.pdf
- De León I., & Suárez J. (2008). El Diseño Instruccional y Tecnologías de la Información y la Comunicación. *Posibilidades y limitaciones, Revista de investigación. Universidad Pedagógica Experimental Libertador*.(65), 57-81.
- EDUCLIC. (2014). *La importancia de las TIC's en la educación*. Obtenido de http://www.educlit.co/skn_educlit/learn/viewLesson/67
- Gavilánez Montero, A. J., Rodríguez Ortiz, J. C., & Sierra Cevallos, F. A. (Marzo de 2015). Aprendizajes significativos mediante material concreto y aula virtual en el laboratorio de matemática para la sección básica superior. *Maestría. Universidad Politécnica Salesiana*.
- Gottberg de Noguera, E., Noguera Altuve, G., & Noguera Gottberg, M. A. (2012). El aprendizaje visto desde la perspectiva ecléctica de Robert Gagné y el uso de las. *Universidades*(53), 50-56. Obtenido de <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=37331092005>
- Granata, M. L., Barale, C., & Chada, M. (2000). La enseñanza y la didáctica: aproximaciones a la construcción de una nueva relación. *Fundamentos en Humanidades*, 1(1). San Luis, Argentina. Obtenido de <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=18400103>

- He, Y., Swenson, S., & Lents, N. (2012). Online Video Tutorials Increase Learning of Difficult Concepts in an Undergraduate Analytical Chemistry Course [Los videos tutoriales en línea aumentan el aprendizaje de conceptos difíciles en un curso de química analítica de pregrado]. *Journal of Chemical Education*, 89(9).
- Kanuka H. (2006). Instructional Design and eLearning: A Discussion of Pedagogical Content Knowledge as a missing construct [Diseño instruccional y aprendizaje electrónico: una discusión de conocimiento con contenido pedagógico como un constructo faltante] . *Athabasca University*.
- Kruse, K. (2009). *Gagne's Nine Events of Instruction: An Introduction [Nueve Eventos de Instrucción de Gagné: Una introducción]*. Obtenido de <https://psu.pb.unizin.org/app/uploads/sites/88/2018/06/Gagne-Nine-Events-of-Instructoin.pdf>
- Kumar R. (2008). Convergence of ICT and Education [Convergencia de las TIC y la educación]. *World Academy of Science*.
- Leiva, C. (2005). Conductismo, cognitivismo y aprendizaje. *Tecnología en marcha*, 18(1), 66-73.
- Likas, A., Vlassis, N., & Verbeek, J. (2003). The global k-means clustering algorithm [El algoritmo de clustorización global k-means]. *Pattern recognition*. 3(2).
- López Noriega, M., Lagunes Huerta, C., & Herrera Sánchez, S. (2006). Excel como una herramienta asequible en la enseñanza de la Estadística. (U. d. Salamanca, Ed.) *Teoría de la Educación. Educación y Cultura en la Sociedad de la Información*, 7(1). Obtenido de Teoría de la Educación. Educación y Cultura en la Sociedad de la Información: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=201021084007>
- Lowry, R. (2015). *Mann-Whitney Test*. Obtenido de <https://web.archive.org/web/20141011221622/http://vassarstats.net/utest.html>
- Mariño, M., & Rueda, J. (2018). Diseño e implementación de recursos pedagógicos para apoyar el aprendizaje del sistema de información ERP SAP, aplicado a la asignatura Gestión Contable en la Escuela de Estudios Industriales y Empresariales de la Universidad Industrial de Santander.

- Matiru, B., Gasser, G., & Schlette, R. (s.f.). *Teach Your Best [Enseña lo mejor]*. IKO. Obtenido de <https://www.amazon.com/Teach-Your-Best-University-Lecturers/dp/3889390765>
- MinTIC. (2020). *Ministerio de Tecnologías de la Información y las Comunicaciones*. Obtenido de [https://www.mintic.gov.co/portal/inicio/5755:Tecnolog-as-de-la-Informaci-n-y-las-Comunicaciones-TIC#:~:text=Las%20Tecnolog%C3%ADas%20de%20la%20Informaci%C3%B3n,%2C%20video%20e%20im%C3%A1genes%20\(Art.](https://www.mintic.gov.co/portal/inicio/5755:Tecnolog-as-de-la-Informaci-n-y-las-Comunicaciones-TIC#:~:text=Las%20Tecnolog%C3%ADas%20de%20la%20Informaci%C3%B3n,%2C%20video%20e%20im%C3%A1genes%20(Art.)
- Novak, J., & Cañas, A. (2015). La teoría subyacente a los mapas conceptuales y a cómo construirlos. *Institute for Human and Machine Cognition*.
- Patiño, F., & Ortiz, E. (2019). Implementación de prácticas de laboratorio usando Software Flexsim en cursos de Planeación de la Producción, Métodos y Tiempos, Logística y Distribución, Programación y Control de la Producción del programa de Ingeniería Industrial. *Universidad Cooperativa de Colombia*. Cali.
- Ramirez, J. (2017). Diseño de objetos de aprendizaje basados en talleres a través de la metodología Aula Invertida para la implementación del software Preactor en la asignatura Dirección de Procesos II del programa de Ingeniería Industrial. *Universidad Industrial de Santander*. Bucaramanga.
- Reidl Martínez, L. M. (2012). The conceptual framework underlying research [El marco conceptual alrededor de la investigación]. *Scielo*, 1(3). Obtenido de Scielo: http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2007-50572012000300007
- Reigeluth, C. (2012). Teoría Instruccional y tecnología para el nuevo paradigma de la educación. *Revista de Educación a Distancia*. *Universidad de Indiana*(32).
- Reigeluth, C. M. (1999). *Instructional Design Theories and Models: An Overview of Their Current Status [Teorías y modelos de diseño instruccional: una descripción general de su estado actual]*. LEA. Obtenido de <https://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=IeAa-ljbudcC&oi=fnd&pg=PA3&dq=instructional+design&ots=4ACv79rYTJ&sig=ikh4-v5qnerWrZK3VRh0Oo2uX5g#v=onepage&q=instructional%20design&f=false>

- Rincón, N., & Rincón, J. (2017). Diseño e implementación de metodologías activas de enseñanza/aprendizaje para la asignatura responsabilidad social empresarial del programa de ingeniería industrial.
- Rodríguez Palmero, L. (2008). *La Teoría del Aprendizaje Significativo en la perspectiva de la psicología cognitiva* (Primera ed.). Barcelona: Octaedro.
- Romiszowski, A. (1988). *The Selection and Use of Instructional Media [La selección y el uso de medios didácticos]*. Obtenido de https://books.google.com.co/books/about/The_Selection_and_Use_of_Instructional_M.html?id=hwkMAQAIAAJ&redir_esc=y
- Schunk, D. H. (2012). *Teorías del aprendizaje. Una perspectiva educativa* (Sexta ed.). Mexico: Pearson.
- Shapiro, S., & Wilk, M. (1965). An analysis of variance test for normality [Un análisis de la prueba de varianza para la normalidad] (complete samples). *Biometrika*, 52(3-4), 591-611. doi:10.1093/biomet/52.3-4.591
- Stenhouse, L. (1991). *Investigación y desarrollo del currículum* (Tercera ed.). Madrid, España: Morata.
- Unal. (2020). *Universidad Nacional De Colombia*. Obtenido de <https://ingenieria.bogota.unal.edu.co/es/formacion/pregrado/ingenieria-industrial.html>
- Vielma Vielma, E., & Salas, M. L. (2000). Aportes de las teorías de Vigotsky, Piaget, Bandura y bruner: paralelismo en sus posiciones en relacion con el desarrollo. *Educere (Revista venezolana de educación)*, 3(9), 30-37. Obtenido de <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=35630907>
- Vizcaíno Castillo, A. C. (22 de Diciembre de 2020). Cómo abordan la materia Dirección de operaciones 2 en la Universidad Jorge Tadeo Lozano. (C. J. Tiria Becerra, Entrevistador)