

Diseño curricular de un curso de formación técnica por módulos para operaciones típicas de la ingeniería química y de procesos

Julieth Alejandra Pardo Sierra

Trabajo de Grado para Optar al Título de Ingeniero Químico

Directora

Luz Marina Ballesteros Rueda

PhD. En electroquímica, ciencia y tecnología

Codirector

Hernando Guerrero Amaya

PhD. En electroquímica, ciencia y tecnología

Universidad Industrial de Santander

Facultad de Ingenierías Fisicoquímicas

Escuela de Ingeniería Química

Ingeniería Química

Bucaramanga

2025

Dedicatoria

A Dios, por darme la salud, fuerza y sabiduría necesaria para alcanzar este sueño, y por iluminar mi camino incluso en los momentos más difíciles.

A mis padres, Elver Pardo y Gloria Sierra, quienes han sido mi mayor inspiración. Su amor incondicional, sus sacrificios y sus enseñanzas me han acompañado y guiado de la mano a lo largo de todo este proceso. Gracias por creer en mi incluso cuando dude de mis propias capacidades. Los amo infinitamente, este logro es tanto mío como de ustedes.

A mi hermano, Oscar por ser mi compañero de vida y mi apoyo constante. Gracias por sus palabras de aliento, su confianza en mí, y por siempre recordarme que los sueños se alcanzan con esfuerzo. Este logro también es para usted.

A mi novio, Yair Gil, gracias por creer en mí, por celebrar cada uno de mis logros como si fueran los tuyos y acompañarme con tanto amor y paciencia en este camino. Agradezco a la vida por ti.

A mis abuelitos, quienes desde el cielo siguen siendo mi guía e inspiración, y a mi abuelita Pastora, quien aún me acompaña con su amor y sabiduría. Sus enseñanzas, valores y cariño han sido una luz en mi vida. Este logro es un homenaje a su legado y al amor que siempre me han dado. Los llevo conmigo en cada meta alcanzada.

A mis familiares quienes siempre han estado a mi lado, les agradezco profundamente por su apoyo y palabras de aliento. Estoy eternamente agradecida por formar parte de mi vida y por brindarme su respaldo en todo momento.

A mis amigos Edison Coronado, Karen Sierra, Liliana Umaña por cada momento, palabra, consejo y ayuda que me brindaron, son la familia que me dejó todo este proceso.

Agradecimientos

A la Universidad Industrial de Santander, por brindarme una educación de calidad. Estoy agradecida por haber formado parte de esta institución, la cual me ha proporcionado las herramientas necesarias para alcanzar este logro.

A mi directora de grado, la profesora Luz Marina, por su valioso tiempo, orientación y consejos expertos que me han permitido llevar a cabo este trabajo con éxito. Su paciencia, conocimientos y dedicación fueron fundamentales para lograr los objetivos propuestos.

A mi codirector de grado, el profesor Hernando Guerrero, por su valiosa orientación y compromiso durante el desarrollo de este trabajo de grado.

Y finalmente la Ingeniera Martha Matiz por su amistad, por todos los conocimientos que me brindo a lo largo de mi carrera.

Tabla de Contenido

	Pág.
Introducción	10
1. Objetivos.....	12
1.1 Objetivo General.....	12
1.2 Objetivos Específicos.....	12
2. Marco Conceptual.....	13
2.1 Operaciones unitarias.....	13
2.2 Procesos industriales.....	14
2.3 Curso de formación modular	15
2.4 Plan de desarrollo.....	15
2.4 Estrategias de Enseñanza-Aprendizaje	16
3. Metodología	18
3.1 ETAPA 1. Establecer la pertinencia y el alcance del curso de formación.....	18
3.1.1 Análisis de necesidades.....	18
3.2 ETAPA 2. Definición del contenido de los planes de desarrollo de los módulos.	19
3.2.1 Estructuración de los planes de desarrollo.....	19
3.2.2 Selección de la propuesta educativa.	19
3.3 ETAPA 3. Creación del material docente para los módulos.	19
3.3.1 Desarrollo de materiales docentes	19
3.3.2 Implementación de quizzes para el aprendizaje.....	20
3.4 ETAPA 4. Valoración de contenidos.....	20
4. Resultados.....	21

4.1 ETAPA 1. Establecer la pertinencia y el alcance del curso de formación.....	21
4.2 ETAPA 2. Definición del contenido de los planes de desarrollo de los módulos	23
4.3 ETAPA 3. Creación del material docente para los módulos	26
4.4 ETAPA 4. Valoración de contenidos.....	30
5. Conclusiones	33
Referencias Bibliográficas	34

Lista de Tablas

	Pág.
Tabla 1 <i>Resultados encuesta escala Likert</i>	30

Lista de Figuras

	Pág.
Figura 1 <i>Tipos de operaciones unitarias</i>	13
Figura 2 <i>Tipos de procesos industriales</i>	14
Figura 3 <i>Esquema metodológico</i>	18
Figura 4 <i>Roles de encuestados</i>	21
Figura 5 <i>Percepción de los encuestados acerca de la utilidad de un curso de formación modular en operaciones unitarias</i>	22
Figura 6 <i>Percepción de los encuestados acerca de la importancia de una competencia técnica en el ámbito de los procesos industriales</i>	22
Figura 7 <i>Percepción de los encuestados acerca de los temas críticos para el curso de formación modular en operaciones unitarias</i>	23
Figura 8 <i>Imagen plan de desarrollo módulo operaciones unitarias página 1 y 2</i>	24
Figura 9 <i>Imagen plan de desarrollo módulo operaciones unitarias página 3 y 4</i>	24
Figura 10 <i>Percepción de los encuestados acerca del tipo de material que facilitaría una mejor apropiación del conocimiento en cada módulo</i>	27
Figura 11 <i>Imagen portada diapositivas módulo operaciones unitarias</i>	28
Figura 12 <i>Imagen portada video módulo operaciones unitarias</i>	28
Figura 13 <i>Imagen de cuestionario operaciones unitarias en la plataforma Moodle</i>	29
Figura 14 <i>Código QR de acceso al Genial.ly del curso</i>	30
Figura 15 <i>Percepción por parte de los encuestados del contenido de los módulos</i>	31
Figura 16 <i>Sugerencias de mejora para el curso</i>	31

Resumen

Título: Diseño curricular de un curso de formación técnica por módulos para operaciones típicas de la ingeniería química y de procesos.*

Autor: Julieth Alejandra Pardo Sierra**

Palabras Clave: curso modular, aprendices, procesos industriales, operaciones unitarias, planes de desarrollo.

Descripción: Las operaciones unitarias son fundamentales en la ingeniería química y otras disciplinas industriales. Este concepto, introducido a principios del siglo XX, permitió sistematizar el diseño y análisis de procesos al identificar etapas comunes, independientemente del producto final (McCabe & Smith, 1956).

Este documento detalla el diseño de un curso de formación modular dirigido a aprendices involucrados en operaciones unitarias típicas de procesos industriales. Mediante la aplicación de una encuesta cualitativa descriptiva aplicada a profesionales, profesores y estudiantes (Apéndice A), se concluye que es indispensable que los aprendices reciban una formación integral que les permita desarrollar las competencias necesarias para operar con eficiencia, seguridad y adaptabilidad en diversos sectores industriales.

Su estructura consta 10 módulos que permiten abordar áreas clave, integrando fundamentos teóricos por medio de material interactivo que facilita y garantiza que el contenido tenga una comprensión profunda y aplicable a diversas necesidades industriales. Para asegurar que los conocimientos adquiridos sean bien asimilados, se incluyen herramientas evaluativas que refuerzan el proceso de aprendizaje.

Este curso será impartido en un futuro por docentes altamente capacitados que emplearán estrategias de enseñanza-aprendizaje basadas en un enfoque multimodal, ofreciendo flexibilidad para desarrollarlo de forma virtual, presencial o híbrida (presencialidad remota). Esta modalidad permitirá adaptarse a diversos entornos y necesidades de los aprendices, sin requerir la realización de todos los módulos.

* Trabajo de Grado

** Facultad de Ingenierías Físicoquímicas. Escuela de Ingeniería Química. Ingeniería Química.
Director: Luz Marina Ballesteros Rueda. PhD. En electroquímica, ciencia y tecnología.
Codirector: Hernando Guerrero Amaya. PhD. En electroquímica, ciencia y tecnología.

Abstract

Title: Curricular design of a modular technical training course for typical chemical and process engineering operations.*

Author(s): Julieth Alejandra Pardo Sierra**

Key Words: modular course, apprentices, industrial processes, unit operations, development plans.

Description: Unit operations are critical in chemical engineering and other industrial disciplines. This concept, introduced at the beginning of the twentieth century, made it possible to systematize the design and analysis of processes by identifying common stages, regardless of the final product (McCabe & Smith, 1956).

This document details the design of a modular training course aimed at apprentices involved in typical unit operations of industrial processes. Through the application of a qualitative descriptive survey applied to professionals, teachers and students (Appendix A), it is concluded that it is essential that apprentices receive comprehensive training that allows them to develop the necessary skills to operate efficiently, safely and adaptably in various industrial sectors.

Its structure consists of 10 modules that address key areas, integrating theoretical foundations through interactive material that facilitates and ensures that the content has a deep understanding and is applicable to various industrial needs. To ensure that the knowledge acquired is well assimilated, evaluative tools are included to reinforce the learning process.

This course will be taught by highly qualified teachers who will employ teaching-learning strategies based on a multimodal approach, offering flexibility to develop it virtually, face-to-face or hybrid (remote face-to-face). This modality will allow adapting to different environments and needs of the trainees, without requiring the completion of all the modules.

* Degree Work

**School of Physicochemical Engineering. School of Chemical Engineering. Chemical Engineering. Director: Luz Marina Ballesteros Rueda. PhD. In electrochemistry, science and technology. Co-director: Hernando Guerrero Amaya. PhD. In electrochemistry, science and technology.

Introducción

A lo largo de los años, el Ingeniero Químico ha sido reconocido por liderar la creación de procesos fisicoquímicos y biotecnológicos. Su labor incluye optimizar y controlar los procesos que permiten la transformación de una amplia gama de materias primas que tendrán un uso en diversos sectores globales (Ingeniería Química, 2023). En cualquier sector industrial, la seguridad, confiabilidad y rentabilidad están estrechamente relacionadas con el nivel de conocimientos, habilidades y competencias del personal de la planta. Por lo tanto, la formación adecuada del personal es esencial para cumplir con los objetivos corporativos establecidos (Terry et al., 2022).

En este contexto, el diseño de un programa de formación por módulos centrado en operaciones unitarias tiene como objetivo potenciar las habilidades individuales y colectivas necesarias para las actividades de operación y mantenimiento en las plantas industriales. Este programa está específicamente diseñado para futuros tecnólogos, profesionales u operarios, buscando cerrar las brechas existentes en conocimientos y destrezas. A través de esta formación se promueve un desempeño óptimo que contribuya al crecimiento y la competitividad continua de las industrias en Colombia (Process simulation courses, 2023).

Una formación efectiva se fundamenta en la identificación y medición de las diferencias en el aprendizaje, la creación de secuencias y herramientas educativas adecuadas, la impartición de formación adaptada al nivel y ritmo de los aprendices y la evaluación del aprendizaje (Educational programs operators, 2023).

A través de los años las estrategias de enseñanza-aprendizaje han evolucionado desde un enfoque centrado en el maestro y la memorización, hacia métodos más interactivos, personalizados y basados en la tecnología (Martínez, 2019). Donde se coloca al aprendiz en el centro del proceso

educativo, fomentando un diálogo constructivo y una formación integral. Se reconoce a los estudiantes como seres multidimensionales con aspectos biológicos, emocionales, éticos, cognitivos y tecnológicos, comprometidos con el desarrollo sostenible y la responsabilidad ambiental.

1. Objetivos

1.1 Objetivo General

Diseñar un curso de formación organizado por módulos dirigido a aprendices que desarrollan operaciones unitarias típicas en procesos industriales.

1.2 Objetivos Específicos

- Establecer la pertinencia y el alcance del curso de formación que garantice su viabilidad.
- Definir el contenido de los planes de desarrollo de los módulos del curso de formación que faciliten las estrategias de enseñanza-aprendizaje.
- Crear el material docente para los módulos del curso de formación con el propósito de garantizar la apropiación efectiva del conocimiento mediante una estructura clara e interactiva.

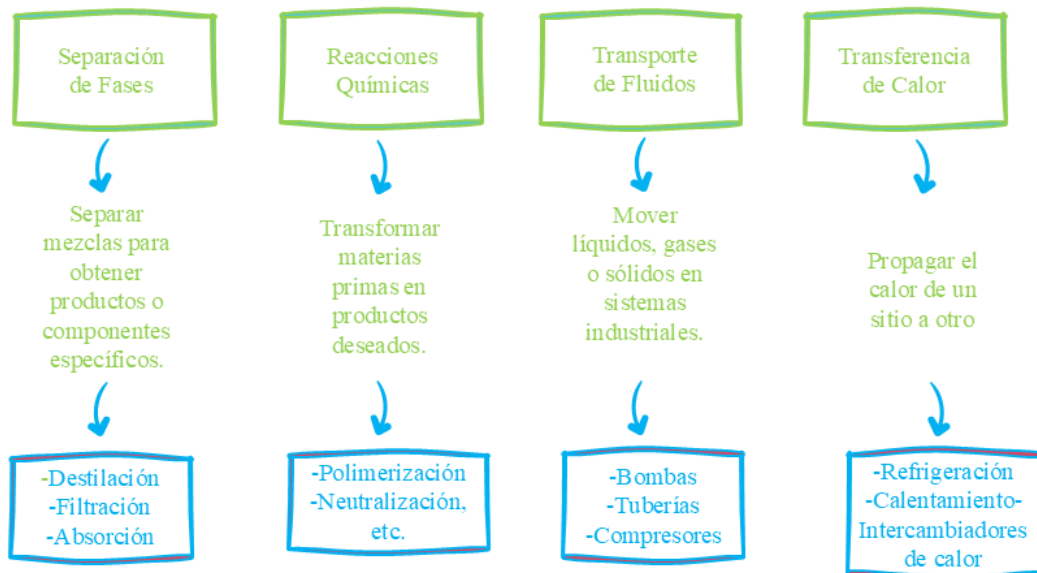
2. Marco Conceptual

2.1 Operaciones unitarias

Las operaciones unitarias son los procesos fundamentales en los que se basan los sistemas industriales para llevar a cabo transformaciones físicas o químicas de las materias primas. En el ámbito de la ingeniería química, representan etapas del proceso que incluyen actividades como mezcla, transferencia de calor, separación, reacción química y transferencia de masa como se puede ver en la **Figura 1**. Estas operaciones son independientes del producto final y pueden aplicarse a una amplia gama de procesos industriales, proporcionando una base sistemática para el diseño y la optimización de plantas químicas (McCabe & Smith, 1956).

Figura 1

Tipos de operaciones unitarias



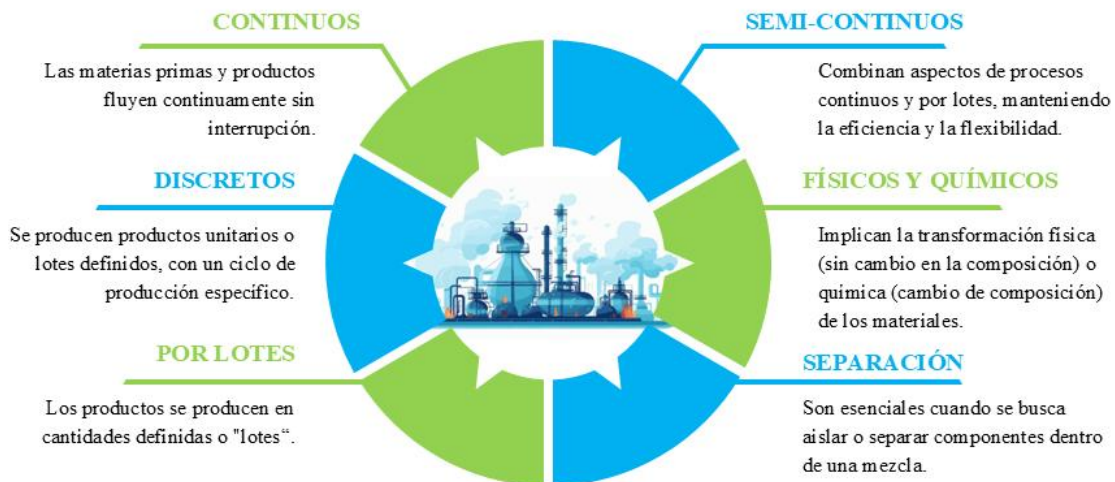
2.2 Procesos industriales

Un proceso industrial, se refiere a una secuencia de operaciones de transformación física y química de materiales, en las cuales se emplean principios de la ingeniería para controlar, medir y optimizar los parámetros que afectan la eficiencia, la seguridad y el impacto ambiental del proceso productivo. Este tipo de procesos puede involucrar la mezcla, separación, reacción, y purificación de compuestos químicos en condiciones controladas (Fogler, 2016). Todos los procesos industriales están constituidos por una serie ordenada y concatenada de operaciones unitarias.

Los tipos de procesos industriales se pueden clasificar según su forma de operación y la naturaleza de los productos ver Figura 2:

Figura 2

Tipos de procesos industriales



2.3 Curso de formación modular

Un curso de formación modular es un tipo de programa educativo estructurado en unidades independientes, o módulos, cada uno de los cuales cubre un tema o área específica del conocimiento (Gagne et al., 2005). Este enfoque permite a los aprendices adquirir habilidades de manera secuencial, facilitando una formación más flexible y adaptativa. Los módulos están diseñados para ser interdependientes, pero cada uno puede ser estudiado de forma autónoma, permitiendo una personalización del aprendizaje y un enfoque gradual que se ajusta a las necesidades individuales de los participantes (Jenkins et al., 2016)

Cada módulo de un curso de formación modular se centra en un tema o competencia específica, permitiendo un enfoque detallado en áreas concretas del conocimiento. Este tipo de curso fomenta la autonomía del aprendizaje, ya que los estudiantes pueden avanzar a su propio ritmo, y proporciona flexibilidad al ser implementado en formatos presenciales, virtuales o híbridos. Además, incluye herramientas de evaluación continua para medir el progreso y garantizar la comprensión del contenido (Tobón, 2006).

2.4 Plan de desarrollo

Los planes de desarrollo se definen como documentos estructurados y detallados que describen cómo se llevará a cabo la formación en cada módulo específico del curso. Estos planes sirven para guiar la planificación, implementación y evaluación de cada módulo, asegurando que se alcancen los objetivos educativos y se proporcionen experiencias de aprendizaje efectivas (Gagné et al., 2005).

2.4 Estrategias de Enseñanza-Aprendizaje

Las estrategias de enseñanza-aprendizaje son métodos y enfoques sistemáticos utilizados por los educadores para facilitar el proceso educativo y promover el aprendizaje efectivo en los estudiantes (García et al., 2016). Estas estrategias se adaptan según el contexto, el contenido, los objetivos educativos y las características de los estudiantes. A continuación, se describen algunos de los tipos más comunes de estrategias de enseñanza-aprendizaje:

- **Aprendizaje Basado en Problemas (ABP):** Los estudiantes aprenden resolviendo problemas reales o simulados. Esta estrategia promueve el pensamiento crítico y la resolución de problemas mediante la investigación y el trabajo en equipo.
- **Aprendizaje Cooperativo:** Los estudiantes trabajan en grupos pequeños para alcanzar un objetivo común. Cada miembro del grupo tiene una responsabilidad específica, lo que favorece la colaboración y el aprendizaje mutuo.
- **Aprendizaje Activo:** El estudiante asume un papel más activo en su proceso de aprendizaje, participando de manera directa en actividades como debates, juegos de roles, discusiones grupales, entre otros.
- **Enseñanza Tradicional:** Método centrado en la transmisión de conocimientos del docente al estudiante, donde el profesor es la fuente principal de información y el alumno asume un rol pasivo.
- **Aprendizaje Basado en Proyectos (ABR):** Los estudiantes trabajan en proyectos largos, en los que deben investigar, crear y presentar soluciones a problemas complejos. Este enfoque permite la integración de diversas disciplinas y el aprendizaje práctico.

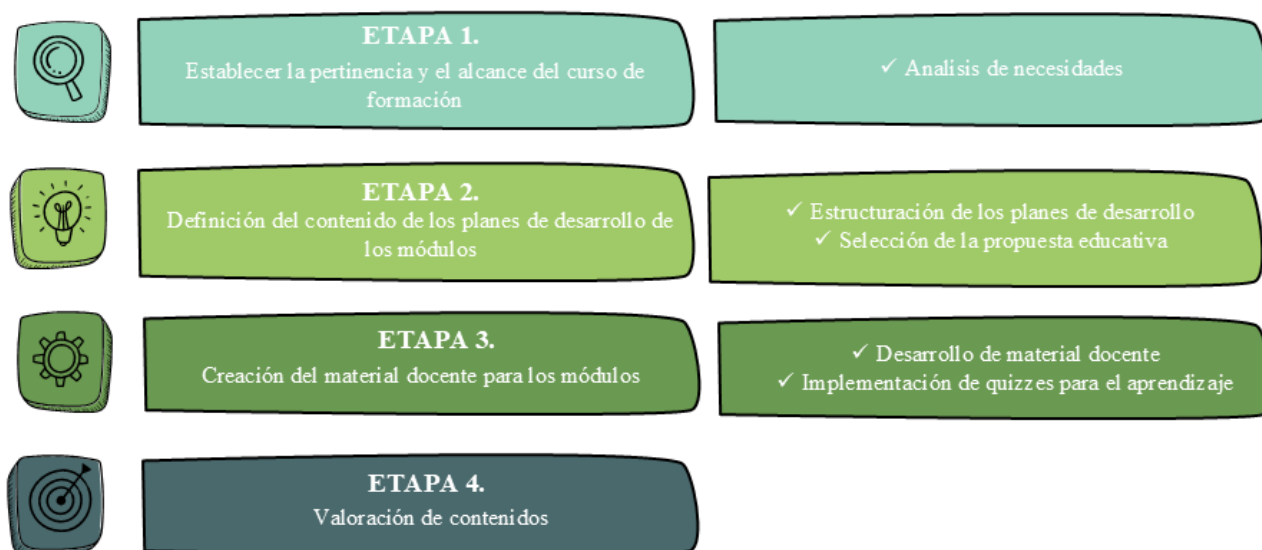
- **Aula Invertida (Flipped Classroom):** En esta estrategia, los estudiantes aprenden los contenidos de manera autónoma, generalmente a través de materiales en línea, y luego en clase se realizan actividades interactivas, discusiones o resolución de dudas.
- **Enseñanza Multimodal:** Utiliza diferentes modalidades o recursos (como videos, lecturas, actividades prácticas, recursos en línea, etc.) para enseñar un mismo contenido, adaptándose a diversos estilos de aprendizaje (Barriga et al., 2010).

3. Metodología

Con el fin de dar cumplimiento a los objetivos estipulados, se plantearon las etapas mostradas en la Figura 3, donde se establecen aspectos claves para el desarrollo del proyecto.

Figura 3

Esquema metodológico



3.1 Etapa 1. Establecer la pertinencia y el alcance del curso de formación.

3.1.1 Análisis de necesidades

Se realizó una encuesta preliminar (Ver Apéndice A) a 50 personas que incluía profesionales, profesores y estudiantes de la Universidad Industrial de Santander donde por medio de una serie de preguntas tipo abiertas, cerradas y en escala Likert donde se garantizó la pertinencia del curso.

3.2 Etapa 2. Definición del contenido de los planes de desarrollo de los módulos.

3.2.1 Estructuración de los planes de desarrollo

Se realizó el diseño y creación de planes de desarrollo estructurados de manera secuencial con las siguientes especificaciones como nombre del plan, requisitos del aprendiz, intensidad horaria, justificación, propósito, objetivos de aprendizaje, competencias específicas, contenidos, recursos, evaluación y bibliografía. Se hicieron uso de las siguientes aplicaciones:

Microsoft Word. Es un procesador de textos que se encarga de crear y modificar documentos de manera digital (Gonzalez, 2012). Se empleó para la redacción y estructuración de los documentos técnicos, aprovechando su flexibilidad en el diseño de páginas, tablas, entre otros.

Adobe Acrobat Reader. Es una herramienta gratuita que permite visualizar, editar y gestionar archivos en formato PDF (Harder, 2023). En este caso, se utilizó para convertir todos los documentos y vincularlos a la presentación final, de esta manera se aseguró que sean accesibles y mantengan su formato.

3.2.2 Selección de la propuesta educativa

Tras una revisión de la literatura, se seleccionó la estrategia de enseñanza-aprendizaje más conveniente al contenido temático que se va a impartir.

3.3 Etapa 3. Creación del material docente para los módulos

3.3.1 Desarrollo de materiales docentes

Por medio de las siguientes plataformas, se elaboró el material didáctico necesario para cada módulo haciendo uso del material previamente diseñado por los estudiantes de la asignatura termodinámica 2. Este material facilitará la comprensión y aplicación de los contenidos.

Genial.ly. Es una herramienta que facilita la creación de presentaciones interactivas, optimizando tanto la enseñanza como las visualizaciones de forma gratuita. Su principal ventaja radica en la flexibilidad que ofrece para añadir efectos, hipervínculos, formas y símbolos, los cuales se pueden personalizar según las necesidades, además de permitir su integración con diferentes páginas web, alojar videos, audios, animaciones y documentos interactivos, así como su facilidad para realizar modificaciones continuas de forma independiente, sin afectar el programa base, permitiendo una mejora constante (Silva, 2020).

Canva. Esta plataforma en línea se utilizó para la creación y edición de los videos y diapositivas de apoyo. Su interfaz intuitiva y sus plantillas prediseñadas permiten desarrollar material audiovisual de manera rápida y atractiva, sin necesidad de conocimientos avanzados en diseño (González, 2018).

3.3.2 Implementación de quizzes para el aprendizaje

Se integraron estas herramientas evaluativas para fomentar el aprendizaje activo, estas herramientas cuentan con 10 preguntas de opción múltiple para cada módulo. Se usó la siguiente plataforma:

Moodle. Es una plataforma de aprendizaje en línea de código abierto que permite crear y gestionar cursos interactivos, facilitando la formación a distancia y la interacción entre estudiantes y docentes (González, 2018).

3.4 Etapa 4. Valoración de contenidos

El material educativo fue evaluado mediante una encuesta de valoración compuesta por cinco preguntas, que incluyó preguntas abiertas, cerradas y de escala Likert, dirigidas a posibles usuarios del curso de formación.

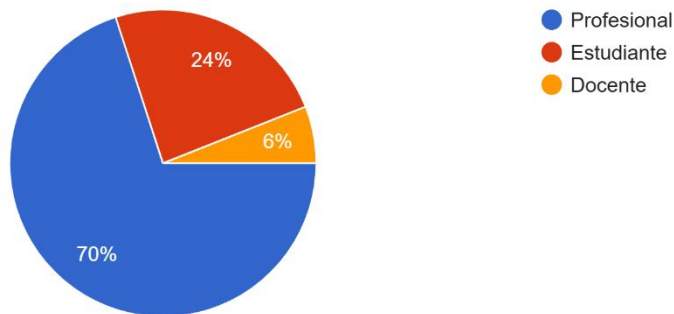
4. Resultados

4.1 Etapa 1. Establecer la pertinencia y el alcance del curso de formación.

En la encuesta realizada a profesionales, docentes y estudiantes de la Universidad Industrial de Santander, los resultados obtenidos son representados en la **Figura 4**. Donde los profesionales tienen un mayor interés basados en su experiencia con el manejo de personal a cargo de procesos unitarios dentro de las plantas de producción la falta de conocimiento teórico que permita la comprensión, toma de decisiones y el análisis necesario frente a las dificultades operativas.

Figura 4

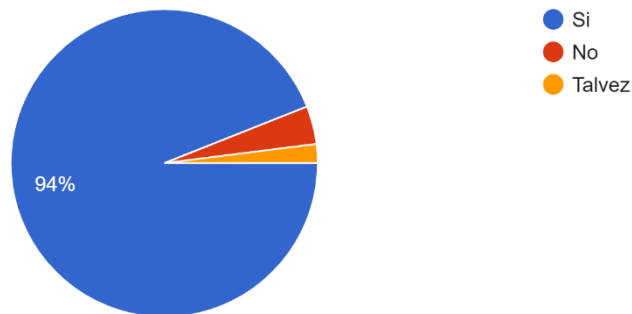
Roles de los encuestados.



Con base en los datos recopilados sobre la percepción de los encuestados (ver Figura 5), los resultados revelaron que para la mayoría de los encuestados es útil un curso en operaciones unitarias ya que un curso permitirá a los aprendices especializarse en áreas específicas de los procesos industriales. Esto contribuye a una formación integral que puede ser fácilmente adaptada a las demandas cambiantes de la industria.

Figura 5

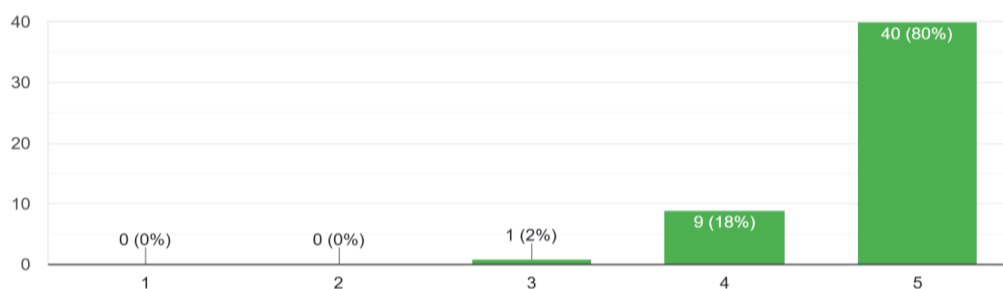
Percepción de los encuestados acerca de la utilidad de un curso de formación modular en operaciones unitarias.



De manera más específica, como se puede observar en la **Figura 6**, los encuestados destacaron la importancia de una competencia técnica en el ámbito de los procesos industriales dado que es clave para optimizar recursos, garantizar seguridad, cumplir normativas y fomentar la innovación y permite mejorar la eficiencia, reducir riesgos y adaptar los procesos a las demandas del mercado y el entorno.

Figura 6

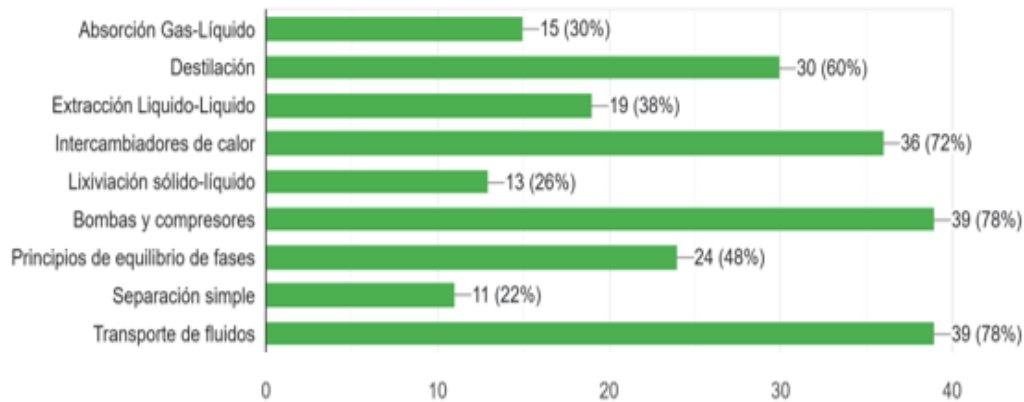
Percepción de los encuestados acerca de la importancia de una competencia técnica en el ámbito de los procesos industriales.



Esto permitió definir la importancia de un curso de formación organizado por módulos, dirigido a aprendices que realizan operaciones unitarias típicas en procesos industriales. A partir de esta encuesta, se identificaron las competencias más relevantes, ya que todos los temas seleccionados superaron el 20%. Por lo tanto, se determinó que todos los temas se incluirían en el contenido del curso, como se muestra en la figura 7.

Figura 7

Percepción de los encuestados acerca de los temas críticos para el curso de formación modular en operaciones unitarias.



4.2 Etapa 2. Definición del contenido de los planes de desarrollo de los módulos

Se logró la creación de los siguientes planes de desarrollo con el fin de guiar y dar una estructuración clara de cada una de las temáticas a abordar:

- **Operaciones Unitarias:** Desarrollar competencias que permitan comprender y aplicar conceptos teóricos de transferencia de masa, transferencia de calor, separación de fases y reacciones químicas mediante modelos matemáticos en contextos industriales (Ver Figura 8 y 9)

Figura 8

Imagen plan de desarrollo módulo operaciones unitarias página 1 y 2



 <p>UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER ESCUELA DE INGENIERÍA QUÍMICA INGENIERÍA QUÍMICA CAPACITACIÓN BÁSICA DE OPERACIONES</p> 	<p>prácticas en transferencia de masa, transferencia de calor, operaciones mecánicas y reacciones químicas. Esto les permitirá manejar procesos de manera más efectiva, garantizar la seguridad en el trabajo y manejar equipos y procedimientos de arranque y parada de forma adecuada.</p>
<p>Nombre del Módulo: Operaciones unitarias.</p>	<p>PROPÓSITO</p> <p>El propósito del módulo de operaciones unitarias es proporcionar los conocimientos y habilidades necesarios para comprender y aplicar los principios fundamentales de estas operaciones en la ingeniería química. Esto incluye una comprensión de las distintas categorías de operaciones unitarias, como la transferencia de masa y calor, las operaciones mecánicas y las reacciones químicas, así como los factores que afectan su eficiencia y seguridad en diversos procesos industriales.</p>
<p>Requisitos:</p> <ul style="list-style-type: none"> • No se requieren estudios universitarios ni tecnológicos previos. Sin embargo, es recomendable que los participantes tengan conocimientos básicos de química y física a nivel escolar para comprender los conceptos fundamentales. • No hay requisitos específicos de edad o nivel educativo, sería beneficioso que los participantes tengan habilidades básicas en lectura y comprensión de textos técnicos en el idioma en el que se desarrollará el curso. Esto facilitará la asimilación de los contenidos y permitirá una mejor comunicación durante las sesiones de capacitación. 	<p>OBJETIVOS DE APRENDIZAJE</p> <p>Objetivo general: Desarrollar un curso de capacitación básica para aprendices basado en operaciones unitarias.</p> <p>Objetivos específicos:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Adquirir una visión clara de las operaciones unitarias y sus categorías principales, como la transferencia de masa y calor, procesos de separación y operaciones de reacción, y entender su importancia fundamental en los procesos industriales. • Identificar la relación y el efecto de las operaciones unitarias dentro de un proceso industrial, mediante el estudio de casos prácticos que reflejen su aplicación para optimizar la eficiencia y la seguridad en la producción. • Reconocer y afrontar problemas comunes en las operaciones unitarias, como ineficiencias en transferencia de masa, calor, separación y reacciones químicas.
<p>Intensidad horaria: 3 horas</p>	<p>COMPETENCIAS ESPECÍFICAS</p> <ul style="list-style-type: none"> • Comprender los conceptos teóricos de transferencia de masa, transferencia de calor, separación de fases y reacciones químicas, aplicando modelos matemáticos y teóricos a situaciones prácticas en el entorno
<p>JUSTIFICACIÓN</p> <p>Las operaciones unitarias son fundamentales en la mayoría de las industrias, ya que aseguran la eficiencia y seguridad en los procesos de producción. El módulo de aprendizaje sobre operaciones unitarias mejora las habilidades y comprensión de los operarios de planta en estos conceptos importantes.</p> <p>Al completar esta capacitación, los aprendices podrán optimizar las operaciones identificando y aplicando las mejores</p>	

Figura 9

Imagen plan de desarrollo módulo operaciones unitarias página 3 y 4

<p>industrial.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Ser capaces de seleccionar y desarrollar operaciones unitarias adecuadas basadas en función de los objetivos del proceso, considerando la eficiencia energética, los costos operativos y el impacto ambiental. • Habilidad para identificar, evaluar y gestionar riesgos en las operaciones unitarias, asegurando prácticas seguras y efectivas en el manejo de productos químicos y equipos industriales 	<p>EVALUACIÓN</p> <ul style="list-style-type: none"> • https://ms.us.edu.co/ava/mod/quiz/view.php?id=163736
<p>CONTENIDOS</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Introducción a las operaciones unitarias <ol style="list-style-type: none"> 1.1 Introducción 1.2 Principales categorías de operaciones unitarias 1.3 Interconexión entre las operaciones 1.4 Ejemplos de aplicaciones industriales. 2. Operaciones Unitarias en Ingeniería Química <ol style="list-style-type: none"> 2.1 Transferencia de masa 2.2 Transferencia de calor 3. Operaciones Mecánicas y Reactivas <ol style="list-style-type: none"> 3.1 Operaciones mecánicas 3.2 Operaciones reactivas 4. Operarios de Planta y Manejo Práctico <ol style="list-style-type: none"> 4.1 Responsabilidades del operario de planta 4.2 Manipulación de Componentes en operaciones unitarias 4.3 Aspectos de seguridad 5. Aspectos Prácticos en la Planta <ol style="list-style-type: none"> 5.1 Equipos utilizados en las operaciones unitarias 5.2 Procedimientos de arranque y parada de equipos 5.3 Mantenimiento de equipos 	<p>BIBLIOGRAFÍA</p> <ul style="list-style-type: none"> • McCabe, W. L., Smith, J. C., & Harriott, P. (2005). Unit Operations of Chemical Engineering. McGraw-Hill Education. • Geankoplis, C. J. (2003). Transport Processes and Separation Process Principles. Prentice Hall. • Coulson, J. M., Richardson, J. F., & Sinnott, R. K. (2017). Chemical Engineering Design: Principles, Practice, and Economics of Plant and Process Design. Butterworth-Heinemann. • Sinnott, R. K., & Towler, G. (2012). Chemical Engineering Design: Principles, Practice, and Economics of Plant and Process Design. Butterworth-Heinemann. • Seader, J. D., & Henley, E. J. (2006). Separation Process Principles. Wiley. • Felder, R. M., & Rousseau, R. W. (2005). Elementary Principles of Chemical Processes. Wiley. • Holland, C. D., & Bragg, R. (1998). Fundamentals of Multicomponent Distillation. Prentice Hall.
<p>RECURSOS</p> <ul style="list-style-type: none"> • Grupo I: OPUS (www.opus.com) • https://youtu.be/68PML7Pqgc 	

- **Destilación:** Desarrollar conocimientos teóricos y prácticos sobre la operación unitaria de destilación, incluyendo su definición, principios termodinámicos,

propiedades fisicoquímicas, funcionamiento de las torres de destilación, tipos de destilación, factores que afectan su desempeño (Ver apéndice C)

- **Extracción líquido-líquido:** Comprender los principios del control de la extracción líquido-líquido, incluyendo solubilidad, ley de distribución, equilibrios de fase y selección de disolventes, identificarán las etapas del proceso y sus diversas aplicaciones, como la purificación de productos químicos y remoción de contaminantes. (Ver apéndice C)
- **Intercambiadores de calor:** comprender los principios fundamentales del funcionamiento de los intercambiadores de carcasa y tubos, identificando sus componentes principales, conociendo las técnicas adecuadas de mantenimiento y limpieza, y desarrollando la capacidad de detectar y solucionar problemas. (Ver apéndice C)
- **Lixiviación sólido-líquido:** comprender los principios fundamentales de la lixiviación sólido-líquido, incluyendo sus tipos, aplicaciones y su implementación en la industria minera, así como las propiedades del lixivante y las estrategias para optimizar la separación. (Ver apéndice C)
- **Bombas y compresores:** comprender los conceptos básicos del funcionamiento de bombas y compresores, abarcando sus principios de operación, tipos, diseño y mantenimiento, así como identificar sus principales aplicaciones en planta, como transporte de fluidos, presurización y control de flujo. (Ver apéndice C)
- **Absorción gas-líquido:** adquirir un conocimiento sólido sobre los principios teóricos de la absorción de gas-líquido, familiarizarse con los equipos utilizados, como columnas de absorción, intercambiadores de calor y sistemas de distribución

de líquido, y explorar los distintos sistemas de absorción empleados en industrias (Ver apéndice C)

- **Principio de equilibrio de fases:** Adquirirán un entendimiento sólido de las operaciones unitarias de separación simple, como decantación, centrifugación y coalescencia, reconociendo sus aplicaciones industriales y los equipos asociados. (Ver apéndice C)
- **Separación simple:** adquirir un entendimiento sólido de las operaciones unitarias de separación simple, como decantación, centrifugación y coalescencia, reconociendo sus aplicaciones industriales y los equipos asociados. (Ver apéndice C)
- **Transporte de fluidos:** Comprenderán los conceptos básicos del transporte de fluidos, identificarán y utilizarán adecuadamente los equipos y sistemas correspondientes, y aplicarán principios de hidráulica y neumática (Ver apéndice C)

Para la propuesta educativa se eligió la enseñanza multimodal ya que combina métodos y recursos como clases presenciales, plataformas en línea, actividades autónomas, ofreciendo una formación completa y adaptada a las necesidades actuales. Su flexibilidad permite a los estudiantes acceder al contenido en cualquier momento y lugar, adaptándose a su propio ritmo y estilo de aprendizaje. Además, fomenta competencias digitales esenciales para el entorno laboral actual.

4.3 Etapa 3. Creación del material docente para los módulos

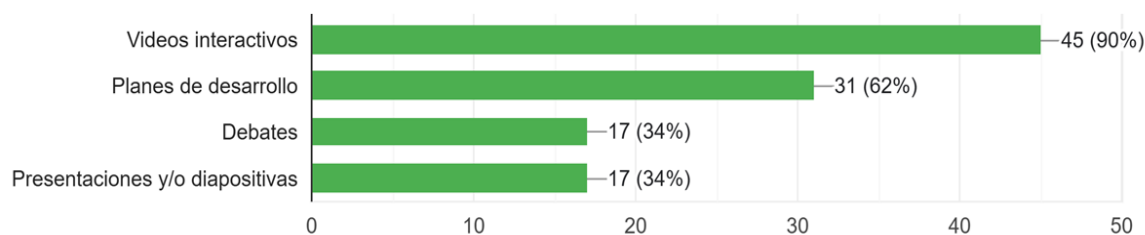
La encuesta realizada permitió identificar las preferencias de los encuestados respecto al tipo de material didáctico que consideran más efectivo para la apropiación del conocimiento en los distintos módulos del programa. La Figura 10 muestra la distribución de las respuestas, donde se

destacan los siguientes materiales: los videos interactivos se posicionaron como el recurso más valorado por los encuestados. Esta preferencia sugiere que los estudiantes valoran los contenidos visuales y dinámicos que permiten una mayor interacción, facilitando el aprendizaje activo y la retención de información.

Estos resultados evidencian una clara inclinación hacia materiales que promuevan una experiencia de aprendizaje más participativa y visual. La alta valoración de los videos interactivos indica que los estudiantes prefieren métodos que combinen elementos visuales y prácticos, mientras que los planes de desarrollo ofrecen una guía estructurada que facilita el seguimiento del contenido académico.

Figura 10

Percepción de los encuestados acerca del tipo de material que facilitaría una mejor apropiación del conocimiento en cada módulo



A partir de estos hallazgos, se ha decidido incorporar todos los materiales destacados en la Figura 10 en el diseño del programa didáctico. Este enfoque tiene como objetivo no solo alinearse con las preferencias de los estudiantes, sino también mejorar el proceso de aprendizaje mediante el uso de una variedad de recursos que atiendan diferentes estilos y ritmos de aprendizaje. La implementación de estos materiales pretende maximizar la efectividad educativa, asegurando que los estudiantes se involucren de manera significativa con los contenidos y puedan alcanzar un mayor nivel de comprensión y aplicación del conocimiento.

En las Figura 11 y Figura 12 se podrá evidenciar la imagen de la portada de las diapositivas y el video que se usaran como material didáctico de apoyo en el módulo de operaciones unitarias.

Figura 11

Imagen portada diapositivas módulo operaciones unitarias



Figura 12

Imagen portada video módulo operaciones unitarias



Cabe resaltar que en cada módulo del curso se encontrara material con la misma estructura al que se mostró anteriormente. Para observar las diferentes evidencias revisar **apéndices D y E**.

Para cada módulo se crearon herramientas evaluativas debido a que miden el desempeño, conocimientos y habilidades adquiridas durante el curso y además permiten dar retroalimentación, como se muestra en la figura 13. En el **Apéndice F** se podrán evidenciar las herramientas evaluativas de los módulos faltantes.

Como resultado se logró la consolidación de toda la información anteriormente mencionada en el curso por módulos de operaciones unitarias, dicho contenido educativo estará disponible en el siguiente link <https://view.genially.com/6717cefc89468be1068979cf/learning-experience-didactic-unit-modulo-didactico-visual-thinking> o QR (Ver figura 14).

Figura 13

Imagen de cuestionario operaciones unitarias en la plataforma Moodle

The image shows a screenshot of a Moodle quiz interface. At the top, it says 'CUESTIONARIO Operaciones Unitarias'. Below this are navigation tabs: 'Cuestionario', 'Configuración', 'Preguntas', and 'Más'. A green arrow points to 'Volver al curso'. On the left, there is a sidebar for 'Pregunta 2' with status 'Sin responder aún', a score of '0 sobre 1,00', and options to 'Marcar pregunta', 'Editar pregunta', and 'v1 (última)'. The main area contains the question: '¿Cuál es la razón principal para realizar un mantenimiento preventivo en los equipos utilizados en operaciones unitarias?' with four multiple-choice options (a, b, c, d). At the bottom, there are buttons for 'Página anterior' and 'Siguiete página'.

CUESTIONARIO
Operaciones Unitarias

Cuestionario Configuración Preguntas Más ▾

← Volver al curso

Atrás

Pregunta 2
Sin responder aún
Se puntúa como 0 sobre 1,00
Marcar pregunta
Editar pregunta
v1 (última)

¿Cuál es la razón principal para realizar un mantenimiento preventivo en los equipos utilizados en operaciones unitarias?

- a. Optimizar el rendimiento de los equipos mediante el reemplazo constante de componentes.
- b. Aumentar la vida útil de los equipos y reducir la necesidad de repuestos costosos.
- c. Reducir los costos operativos y asegurar que los equipos funcionen por encima de su capacidad máxima.
- d. Garantizar la integridad de los equipos para evitar fallos inesperados que puedan comprometer la seguridad del proceso.

Página anterior Siguiete página

Figura 14

Código QR de acceso al Genial.ly del curso

**4.4 ETAPA 4. Valoración de contenidos**

Según los resultados obtenidos en la encuesta (Ver apéndice 2) para la valoración del contenido se optó por una escala Likert del 1 al 5 en tres preguntas, siendo uno 1 = poco adecuado y 5 = muy adecuado. De esta forma se concluye que el material tiene un alto nivel de satisfacción respecto a la claridad y especificación de los objetivos, la secuencia de los módulos y el diseño del material y recursos didácticos.

Tabla 1

Resultados preguntas escala Likert

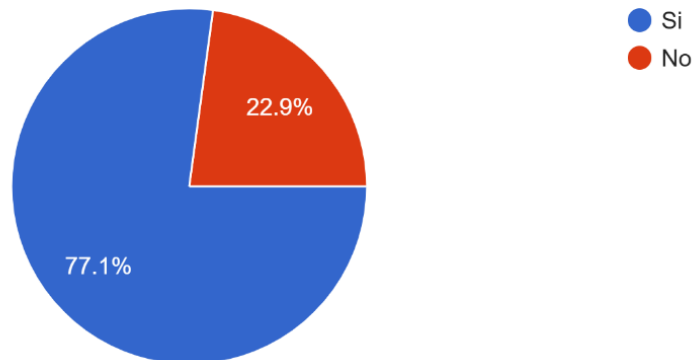
	1	2	3	4	5
¿Son claros y específicos los objetivos?	0%	0%	17.1%	8.6%	74.3 %
Estructura y secuencia de los módulos	0%	0%	17.1%	2.9%	80%
Material y recursos didácticos	0%	0%	17.6%	2.9%	79.4%

Los encuestados afirmaron que el contenido del curso es necesario, actualizado y adecuado en procesos industriales porque proporciona los conocimientos clave sobre operaciones unitarias,

esenciales para el diseño y optimización de procesos. Esto permite a los aprendices enfrentar desafíos actuales en la industria, mejorando la eficiencia y seguridad en las operaciones.

Figura 15

Percepción por parte de los encuestados del contenido de los módulos



Los comentarios recibidos fueron mayormente positivos, como se puede ver en la **Figura 16** destacando la calidad y relevancia del contenido del curso, así como su adecuación a las necesidades de los aprendices. Los participantes mencionaron que el curso cubre de manera efectiva los conceptos esenciales y proporciona una base sólida para comprender las operaciones unitarias en los procesos industriales.

Figura 16

Sugerencias de mejora para el curso

Se abordan aspectos clave como la claridad de objetivos y la actualización de contenidos.

El curso está diseñado con objetivos claros y específicos, permitiendo a los participantes entender qué se espera de ellos. La estructura modular está bien organizada, con un flujo lógico que facilita el aprendizaje progresivo. Además, los contenidos son altamente pertinentes para el sector industrial, garantizando su relevancia y aplicabilidad.

Los materiales proporcionados son de alta calidad, incluyen recursos visuales bien diseñados y refuerzan el aprendizaje técnico de manera efectiva.

Es una herramienta útil para asegurar que los módulos sean efectivos y relevantes.

El curso equipa a los aprendices para enfrentar con confianza los retos operativos típicos del sector industrial.

Los objetivos del curso están claramente definidos, lo que facilita a los participantes entender qué se espera de ellos.

El enfoque en los objetivos de aprendizaje asegura que el material sea evaluado de manera efectiva.

El curso se centra en conocimientos y habilidades que tienen un impacto inmediato en la productividad de los aprendices en la industria.

El curso combina precisión técnica con estrategias pedagógicas efectivas, asegurando una experiencia de aprendizaje equilibrada.

El curso se enfoca en desarrollar competencias prácticas que los aprendices pueden aplicar directamente en entornos industriales.

El contenido está diseñado para cumplir con los estándares y demandas actuales de los procesos industriales, asegurando su relevancia.

La inclusión de estrategias de enseñanza es un detalle que muestra compromiso con la calidad.

Los temas abordados son relevantes y bien alineados con las competencias necesarias para el aprendizaje.

El curso es flexible y se adapta a diferentes niveles de experiencia de los participantes.

Los materiales proporcionados son de alta calidad, bien diseñados y accesibles. Los recursos adicionales son útiles para quienes deseen profundizar en los temas tratados.

Los contenidos están alineados con las necesidades actuales del sector industrial, garantizando que los aprendizajes sean aplicables y útiles en escenarios reales de trabajo.

5. Conclusiones

Se diseñó con éxito el curso de formación organizado por módulos dirigido a aprendices que desarrollan operaciones unitarias típicas en procesos industriales. Ha demostrado ser una estrategia efectiva para proporcionar una formación técnica estructurada y progresiva. La división en módulos permite abordar cada operación unitaria de manera independiente, facilitando la comprensión de conceptos complejos y garantizando que los aprendices desarrollen competencias específicas de manera eficiente.

La evaluación de la pertinencia y el alcance del curso de formación ha evidenciado que este se ajusta de manera adecuada a las necesidades del sector industrial y las expectativas de los aprendices. La validación, realizada mediante encuestas a profesionales, docentes y estudiantes, ha confirmado que el curso es relevante y responde eficazmente a las demandas actuales de la industria química.

Cada módulo se estructuró con una secuencia lógica de contenidos, abordando los conceptos fundamentales y las aplicaciones de las operaciones unitarias. Para permitir que los aprendices desarrollen una profunda comprensión de cada tema antes de avanzar al siguiente.

Finalmente se diseñó el material docente con una estructura clara e interactiva, integrando recursos como presentaciones visuales, videos explicativos, cuestionarios, para que faciliten la comprensión de los conceptos teóricos y su aplicación en escenarios reales. Esta metodología no solo favorece el aprendizaje autónomo, sino que también fomenta la participación activa y el compromiso de los estudiantes

Referencias Bibliográficas

- Barriga, F. D., & Hernández, G. (2010). *Estrategias docentes para un aprendizaje significativo: Una interpretación constructivista (3ª ed.)*. McGraw-Hill.
- Educational programs operators. (2023, enero 5). *Inprocess; Inprocess Technology and Consulting Group*.
- Fogler, H. S. (2016). *Elements of chemical reaction engineering (5th ed.)*. Prentice Hall.
- Gagne, R. M., Wager, W. W., Golas, K. C., Keller, J. M., & Russell, J. D. (2005). *Principles of instructional design, 5th edition*. *Performance Improvement*, 44(2), 44–46.
- García, M. A., & García, J. (2016). *Estrategias de enseñanza para la formación técnica*. *Revista de Educación Técnica*, 15(2), 30-45. Recuperado de <http://www.revistatecnica.org>
- González, H. T. (2018). *Herramientas tecnológicas para el diseño de materiales visuales en entornos educativos*.
- Harder, J. (2023). *Creating a QR Code Custom Stamp*. In *Enhancing Adobe Acrobat Forms with JavaScript: Take Your Forms to the Next Level!* (pp. 95-110). Berkeley, CA: Apress.
- Ingeniería Química. (2023, junio 23). *Pregrados*. <https://pregrados.uis.edu.co/pregrado-en-ingenieria-quimica/>
- Jenkins, A., & Williams, J. D. (2016). *Designing modular learning for vocational education and training*. Routledge.
- Martín González, R. (2012). *Actividades didácticas para el desarrollo de habilidades en el procesador de textos microsoft word (Doctoral dissertation, Universidad de Ciencias Pedagógicas. Cap. Silverio Blanco Núñez)*.
- Martínez, L. A. (2019). *La evolución de las estrategias de enseñanza: Un análisis histórico*. *Revista de Educación y Pedagogía*, 34(2), 45-60.

McCabe, WL, y Smith, JC (1956). Operaciones unitarias de ingeniería química . McGraw-Hill.

Process simulation courses. (2023, enero 2). Inprocess; Inprocess Technology and Consulting Group.

Silva, M. E. (2020). Características de las herramientas multimedia para el desarrollo de Presentaciones Interactivas. Journal of Science and Research: Revista Ciencia e Investigación, 5(1), 873-891.

Terry, L. M., Loy, A. C. M., Chew, J. J., How, B. S., Andiappan, V., & Sunarso, J. (2022). Chemical engineering and the sustainable oil palm biomass industry—Recent advances and perspectives for the future. Chemical Engineering Research & Design: Transactions of the Institution of Chemical Engineers, 188, 729–735.

Tobón, S. (2006). Formación basada en competencias: Pensamiento complejo, diseño curricular y didáctica. Bogotá: Ecoe Ediciones.