



PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL ECUADOR

Facultad de Ciencias de la Educación

Trabajo de Titulación como requisito previo para la obtención del título de Magíster en
Pedagogía de las Ciencias Experimentales con mención Biología y Química

**Título: ELABORACIÓN DE UNA GUÍA METODOLÓGICA PARA LA
ENSEÑANZA DE OPERACIONES UNITARIAS INCORPORANDO ASPEN HYSYS**

Autor: Gallo Tapia Marcelo Javier

Directora-Tutora: Fernández Martínez Lenys Mercedes

Quito, octubre 2025

PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL ECUADOR

DECLARACIÓN Y AUTORIZACIÓN

Yo, GALLO TAPIA MARCELO JAVIER, titular de la Cédula de Identidad N. ° 0503890287, autor del trabajo de graduación titulado **“Elaboración de una guía metodológica para la enseñanza de operaciones unitarias incorporando Aspen Hysys.”**, previo a la obtención del Grado Académico de **MAGÍSTER EN PEDAGOGÍA DE LAS CIENCIAS EXPERIMENTALES CON MENCIÓN BIOLOGÍA Y QUÍMICA** en la Facultad de Ciencias de la Educación.

1. Declaro tener pleno conocimiento de la obligación que tiene la Pontificia Universidad Católica del Ecuador, de conformidad con el artículo 144 de la Ley Orgánica de educación Superior, de entregar a la SENESCYT en formato digital una copia del referido trabajo de graduación para que sea integrado al Sistema Nacional de Información de la Educación Superior del Ecuador para su difusión pública, respaldando los derechos de autor.
2. Autorizo a la Pontificia Universidad Católica del Ecuador a difundir a través del sitio Web de la biblioteca de la PUCE el referido trabajo de graduación, respetando las políticas de la propiedad intelectual de Universidad.

Quito, 11 de abril del 2025.



GALLO TAPIA MARCELO JAVIER

C.I. 0503890287

APROBACIÓN DEL TUTOR

En mi carácter de Directora–Tutora del trabajo de posgrado titulado: “Elaboración de una guía metodológica para la enseñanza de operaciones unitarias incorporando *Aspen hysys* ”, presentado por la maestrante Gallo Tapia Marcelo Javier, titular de la Cédula de Identidad N° 0503890287 para optar al grado de Magíster en Pedagogía de las Ciencias Experimentales con mención Biología y Química, considero que dicho trabajo de investigación reúne los requisitos y méritos suficientes para ser sometido a la evaluación por parte de los Lectores – Evaluadores que se designen para tal fin por parte de las autoridades de la Facultad de Ciencias de la Educación.

En la ciudad de Quito, a los 16 días de octubre de 2025



LENYS MERCEDES FERNÁNDEZ MARTÍNEZ

C. I.: 1757845787

E-mail: lmfernandez@puce.edu.ec

N° telefónico: 0991381829

NOTA: Se comunica que en el servicio de análisis Turnitin, el referido trabajo de titulación alcanzó el siguiente resultado: 2% índice de similitud con otras fuentes.

DEDICATORIA

A mi madre, **Margoth Tapia**, por ser el pilar de mi vida, por enseñarme con su ejemplo la importancia del esfuerzo, la perseverancia y la dedicación. Gracias por su amor incondicional, por creer en mí aun en los momentos difíciles y por darme la fuerza para seguir adelante.

A mi esposa, **Evelyn Zapata**, por su apoyo constante, su paciencia y comprensión durante todo este proceso. Gracias por ser mi compañera inseparable, por alentarme en cada desafío académico y por compartir conmigo cada logro y cada sueño.

A mi hija, **Aliss Gallo**, fuente de alegría e inspiración. Que este trabajo sirva como ejemplo de dedicación y constancia, y que siempre recuerdes que con esfuerzo y pasión es posible alcanzar cualquier meta.

AGRADECIMIENTO

A **Dios**, por darme la sabiduría, la salud y la fortaleza necesarias para culminar esta etapa importante de mi vida.

A la **Dra. Lenys Mercedes Fernández Martínez**, mi tutora, por su valiosa guía, orientación y paciencia durante el desarrollo de esta investigación. Su experiencia, compromiso y apoyo fueron fundamentales para la culminación de este trabajo.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

INTRODUCCIÓN	1
CAPÍTULO I	3
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	3
1.1 Formulación del problema	4
1.2 Objetivos de la investigación	5
Objetivo General	5
Objetivos Específicos.....	5
1.3 Justificación de la investigación	5
CAPÍTULO II.....	9
FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA	9
2.1 Antecedentes de la investigación	9
2.2 Bases Teóricas	11
Definición y clasificación de operaciones unitarias.....	11
Fundamentos científicos de las operaciones unitarias	12
Aplicaciones prácticas de las operaciones unitarias	13
Aprendizaje cooperativo y basado en problemas.....	13
Impacto de las tecnologías en el aprendizaje de operaciones unitarias	14
CAPÍTULO III.....	16

METODOLOGÍA.....	16
3.1 Definición	16
3.2 Tipo de investigación.....	16
3.3 Diseño de investigación	16
3.4 Unidades de estudio	17
3.5 Técnicas para la recolección de información.....	17
3.6 Técnica de análisis de datos.....	18
3.7 Operacionalización de las variables.....	19
CAPÍTULO IV.....	22
PRESENTACIÓN Y ANÁLISIS DE DATOS.....	22
Interpretación pregunta 1.	23
Interpretación pregunta 2.	24
Interpretación pregunta 3.	25
Interpretación pregunta 4.	26
Interpretación pregunta 5.	27
Interpretación pregunta 6.	28
Interpretación pregunta 7.	29
Interpretación pregunta 8.	31
Interpretación pregunta 9.	32
Interpretación pregunta 10.	33

Interpretación pregunta 11.	34
Interpretación pregunta 12.	35
Interpretación pregunta 13.	36
Interpretación pregunta 14.	37
Interpretación pregunta 15.	39
Interpretación pregunta 16.	40
Interpretación pregunta 17.	41
Interpretación pregunta 18.	42
Interpretación pregunta 19.	43
Interpretación pregunta 20.	45
Interpretación pregunta 21.	46
Interpretación pregunta 22.	47
Interpretación pregunta 23.	48
Interpretación pregunta 24.	49
Análisis de operacionalización de las variables en base a los resultados obtenidos.....	49
Discusión.....	50
CAPITULO V.....	52
PRESENTACIÓN DE LA PROPUESTA.....	52
5.1. Definición y denominación de la propuesta.....	52
5.2. Justificación de la propuesta.....	52

5.3. Temporización de la propuesta	53
5.4. Beneficiarios de la propuesta	53
5.5. Guía didáctica	54
5.6. Software Aspen Hysys.....	54
5.7. Características de la guía con el diseño del aprendizaje basado en problemas	54
5.7.1. Título.....	54
5.7.2. Introducción	55
5.7.3. Descripción del contenido.....	55
5.7.4. Objetivos de aprendizaje.....	55
5.8. Desarrollo de la guía metodológica	55
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	84
ANEXOS	91
Anexo A. Encuestas realizadas	91
Anexo B. Simulaciones en Aspen Hsysys	92

INDICE DE TABLAS

Tabla 1. Operacionalización de las variables.....	19
Tabla 2. Cuadro de experiencia de los docentes impartiendo operaciones unitarias.....	22
Tabla 3. Cuadro de formación académica que poseen los docentes en el área relacionada a operaciones unitarias.....	24
Tabla 4. Cuadro de experiencia de los docentes usando herramientas tecnológicas en la enseñanza.....	25
Tabla 5. Cuadro de métodos utilizados para enseñar operaciones unitarias.....	26
Tabla 6. Cuadro de utilización de proyectos en grupo y simulaciones en clases.....	27
Tabla 7. Cuadro de uso de simuladores para impartir la clase de operaciones unitarias.....	28
Tabla 8. Cuadro de frecuencia con la que se integra nuevos métodos o herramientas tecnológicas.....	29
Tabla 9. Cuadro de efectividad de las simulaciones por software para la enseñanza.....	30
Tabla 10. Cuadro de práctica de resolución de problemas relacionados con la industria por parte de los estudiantes.....	31
Tabla 11. Cuadro de conocimiento sobre el software ASPEN HYSYS.....	33
Tabla 12. Cuadro de formación o capacitación en el uso de ASPEN HYSYS.....	34
Tabla 13. Nivel de manejo de ASPEN HYSYS.....	35
Tabla 14. Aspectos del software ASPEN HYSYS más desafiantes.....	36
Tabla 15. Cuadro de desafíos de enseñar operaciones unitarias.....	37
Tabla 16. Cuadro de existencia de recursos didácticos para enseñar operaciones unitarias...	38

Tabla 17. Cuadro de utilización de guías para enseñar operaciones unitarias	39
Tabla 18. Cuadro de percepción sobre si la falta de recursos didácticos afecta la comprensión de operaciones unitarias	40
Tabla 19. Cuadro de percepción sobre la necesidad de una guía metodológica para la enseñanza de operaciones unitarias	41
Tabla 20. Cuadro de recursos para incluir en una guía metodológica	43
Tabla 21. Cuadro de valoración sobre la utilidad de incluir ejemplos industriales reales en una guía metodológica de operaciones unitarias	44
Tabla 22. Cuadro de inclusión de actividades interactivas o digitales en la enseñanza de operaciones unitarias.....	45
Tabla 23. Cuadro de necesidades de apoyo para integrar ASPEN HYSYS en la enseñanza .	46
Tabla 24. Cuadro de interés en formación sobre ASPEN HYSYS.....	47
Tabla 25. Cuadro de impacto de ASPEN HYSYS en la comprensión de operaciones unitarias	48

INDICE DE FIGURAS

Figura 1. Porcentajes de nivel de experiencia.....	23
Figura 2. Formación académica que poseen en el área relacionada a operaciones unitarias..	24
Figura 3. Experiencia de los docentes usando herramientas tecnológicas en la enseñanza ...	25
Figura 4. Métodos utilizados para enseñar operaciones unitarias	26
Figura 5. Utilización de proyectos en grupo y simulaciones en clases.....	27
Figura 6. Uso de simuladores para impartir la clase de operaciones unitarias	28
Figura 7. Frecuencia con la que se integra nuevos métodos o herramientas tecnológicas	29
Figura 8. Efectividad de las simulaciones por software para la enseñanza	30
Figura 9. Resolución de ejercicios aplicados a la industria	32
Figura 10. Conocimiento sobre el software ASPEN HYSYS	33
Figura 11. Formación o capacitación en el uso de ASPEN HYSYS	34
Figura 12. Nivel de manejo de ASPEN HYSYS	35
Figura 13. Aspectos del software ASPEN HYSYS más desafiantes.....	36
Figura 14. Desafíos de enseñar operaciones unitarias	37
Figura 15. Existencia de recursos didácticos para enseñar operaciones unitarias	38
Figura 16. Utilización de guías preexistentes en la enseñanza de operaciones unitarias	39
Figura 17. Percepción sobre si la falta de recursos didácticos afecta la comprensión de operaciones unitarias.....	40

Figura 18. Necesidad de una guía metodológica para la enseñanza de operaciones unitarias	42
Figura 19. Recursos para incluir en una guía metodológica	43
Figura 20. Valoración sobre la utilidad de incluir ejemplos industriales reales en una guía metodológica de operaciones unitarias	45
Figura 21. Opinión sobre la inclusión de actividades interactivas o digitales en la enseñanza de operaciones unitarias	46
Figura 22. Necesidades de apoyo para integrar ASPEN HYSYS	47
Figura 23. Interés en formación sobre ASPEN HYSYS	48
Figura 24. Impacto de ASPEN HYSYS en la comprensión de operaciones unitarias	49

PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL ECUADOR

FACULTAD DE CIENCIAS DE LA EDUCACIÓN EN PEDAGOGÍA DE LAS CIENCIAS
EXPERIMENTALES

Mención en Biología y Química

**ELABORACIÓN DE UNA GUÍA METODOLÓGICA PARA LA ENSEÑANZA DE
OPERACIONES UNITARIAS INCORPORANDO ASPEN HYSYS**

Autor: Gallo Tapia Marcelo Javier

Directora-Tutora: Fernández Martínez Lenys Mercedes

Fecha: Octubre 2025

Resumen

La presente investigación tiene como propósito diseñar una guía metodológica para la enseñanza de Operaciones Unitarias que incorpore el uso del simulador Aspen HYSYS, dirigida a los docentes de la carrera de Ingeniería Petroquímica de la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE. Se planteó tres objetivos específicos: explorar la situación actual referente a la enseñanza de las operaciones unitarias, identificar las estrategias pedagógicas utilizadas por los docentes e integrar los componentes fundamentales de una guía metodológica que incorpore herramientas tecnológicas en el proceso de enseñanza-aprendizaje. Mediante revisión documental y complementado con encuestas aplicadas a docentes, se identificaron deficiencias en la comprensión de conceptos y en la aplicación práctica de los contenidos, debido al uso predominante de metodologías tradicionales centradas en la exposición teórica. Los resultados evidenciaron una baja motivación estudiantil y limitadas oportunidades para la integración entre teoría y práctica. Los docentes reconocen el potencial del simulador Aspen HYSYS como herramienta didáctica, destacando su utilidad para relacionar los conceptos teóricos con procesos industriales reales. La guía metodológica propuesta articula los contenidos curriculares con actividades de simulación y análisis de procesos reales, sustentada en el modelo educativo del aprendizaje basado en problemas. Se pretende fortalecer el aprendizaje significativo, fomentar el pensamiento crítico y promover la formación de ingenieros petroquímicos con mayores capacidades técnicas, analíticas y digitales, en concordancia con las demandas actuales del entorno industrial.

Palabras clave: Operaciones unitarias, aspen hysys, guía metodológica, simulación de procesos industriales, aprendizaje basado en problemas.

PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL ECUADOR

FACULTAD DE CIENCIAS DE LA EDUCACIÓN EN PEDAGOGÍA DE LAS CIENCIAS
EXPERIMENTALES

Mención en Biología y Química

**DEVELOPMENT OF A METHODOLOGICAL GUIDE FOR THE TEACHING OF
UNIT OPERATIONS INCORPORATING ASPEN HYSYS**

Author: Gallo Tapia Marcelo Javier

Thesis Advisor: Fernández Martínez Lenys Mercedes

Date: October 2025

Abstract

The purpose of this research is to design a methodological guide for the teaching of Unit Operations that incorporates the use of the Aspen HYSYS simulator, aimed at professors of the Petrochemical Engineering program at Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE. Three specific objectives were established: to explore the current situation regarding the teaching of unit operations, to identify the pedagogical strategies used by instructors, and to integrate the fundamental components of a methodological guide that includes technological tools in the teaching-learning process. Through documentary review and surveys applied to professors, deficiencies were identified in the understanding of concepts and in the practical application of content, due to the predominant use of traditional methodologies focused on theoretical exposition. The results revealed low student motivation and limited opportunities to integrate theory and practice. Teachers recognized the potential of the Aspen HYSYS simulator as a didactic tool, emphasizing its usefulness in connecting theoretical concepts with real industrial processes. The proposed methodological guide articulates curricular content with simulation activities and the analysis of real processes, supported by the problem-based learning model. It aims to strengthen meaningful learning, foster critical thinking, and promote the training of petrochemical engineers with enhanced technical, analytical, and digital skills, in line with current industrial demands.

Keywords: Unit operations, Aspen HYSYS, methodological guide, industrial process simulation, problem-based learning.

INTRODUCCIÓN

Un componente esencial en la formación de un ingeniero químico o profesión afin, son las operaciones unitarias, ya que, estas conforman la base para que el profesional pueda realizar análisis, diseño y optimización de procesos industriales simples o complejos. Dentro del conjunto de operaciones se incluyen fenómenos como reacciones químicas, transferencia de masa, transferencia de calor y separación de fases, las cuales es fundamental integrarlas para su aplicación práctica. El ingeniero químico debe ser capaz de hacer operar las plantas con eficacia, seguridad y economía eligiendo materias primas y condiciones físicas adecuadas, sin dejar a un lado el cumplir las expectativas de los consumidores. Para lograr esto se debe tener un amplio conocimiento de las operaciones básicas (McCabe & Smith, 2016).

Esta temática presenta varios desafíos para su enseñanza, uno de ellos es la dificultad para observar los diferentes fenómenos físicos y químicos que se involucran. Otro punto importante es la abstracción y la escasa relación entre la teoría y la práctica, por lo que se hace limitada la comprensión significativa y la motivación en los estudiantes. En consecuencia, varios investigadores resaltan la importancia de integrar metodologías activas e instrumentos digitales para enriquecer el aprendizaje (Prince & Felder, 2006), por lo que, nace la necesidad de rediseñar las estrategias pedagógicas utilizadas, con un enfoque más dinámico, contextualizado y enfocado.

Los simuladores de procesos químicos surgen como respuesta a los desafíos mencionados. Estas herramientas tecnológicas se han establecido como algo indispensable para el aprendizaje en la ingeniería química. Uno de los más relevantes por su capacidad para modelar procesos industriales con una gran precisión es Aspen Hysys (Advanced System for Process Engineering, Hydrocarbon System), simulador que permite visualizar comportamientos de equipos como intercambiadores de calor, columnas de destilación, reactores entre otros.

Además, permite analizar escenarios de operación sin tener la necesidad de contar con instalaciones físicas costosas, que, pueden ser peligrosas si no se utilizan de forma correcta. El uso de simuladores como Aspen Hysys permiten relacionar los conceptos teóricos con los prácticos y fomenta la construcción de un conocimiento más profundo, contextualizado y aplicable (Towler & Sinnott, 2022). Según (González, 2019) los estudiantes perciben las

simulaciones como un aporte de enseñanza-aprendizaje. Mediante el análisis de los efectos de la simulación interactiva en el ámbito educativo demostró que mejora el interés por aprender y el manejo de conceptos. Para que todo esto se logre es preciso tener un enfoque metodológico claro, bien estructurado y alineado con los objetivos de aprendizaje

En este contexto, la presente investigación tiene como objetivo la creación de una guía metodológica para la enseñanza de operaciones unitarias, incorporando el uso de Aspen HYSYS como recurso didáctico. La guía busca servir como una herramienta de apoyo tanto para docentes como para estudiantes, facilitando la organización, realización y evaluación de actividades académicas centradas en la simulación de procesos industriales. El enfoque metodológico propuesto pretende articular los contenidos curriculares con experiencias prácticas de simulación de problemas reales, promoviendo una enseñanza más significativa, participativa. La metodología se alinea con el modelo educativo basado en competencias, estimulando el desarrollo de capacidades técnicas, analíticas y digitales en los estudiantes. La creación de esta guía solventará una necesidad institucional de actualizar los procesos de enseñanza en carreras de ingeniería.

CAPÍTULO I

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

La enseñanza de operaciones unitarias en la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE se enfrenta a serios desafíos debido a la prevalencia de métodos tradicionales que no cumplen con las necesidades actuales del proceso educativo. En particular, el curso de operaciones unitarias para los estudiantes de Ingeniería Petroquímica está marcado por deficiencias en el rendimiento académico, reflejadas en los resultados de las evaluaciones. Los estudiantes muestran dificultades significativas para comprender y aplicar conceptos complejos, lo cual está estrechamente relacionado con el uso predominante de clases magistrales que no fomentan una comprensión profunda ni la participación activa de los estudiantes. Esta situación ha dado lugar a una brecha notable en la preparación profesional de los estudiantes, quienes necesitan habilidades avanzadas para enfrentar los desafíos de la industria. La carencia de recursos didácticos actualizados y herramientas tecnológicas modernas exacerba este problema, ya que los métodos tradicionales no proporcionan una formación integral ni adaptativa. La falta de integración de herramientas tecnológicas y metodologías innovadoras limita la capacidad de los estudiantes para abordar problemas complejos, lo que subraya la urgencia de revisar y actualizar los enfoques pedagógicos actuales para mejorar la efectividad del aprendizaje y preparar a los estudiantes para un entorno profesional competitivo (Tamayo, 2025).

Las investigaciones previas han demostrado la eficacia de metodologías innovadoras para superar las limitaciones de los enfoques tradicionales en la enseñanza de operaciones unitarias. Toro Rodríguez y Raúl Moises encontraron que el Aprendizaje Basado en Problemas (ABP) mejoró significativamente el rendimiento de los estudiantes, reduciendo la proporción de calificaciones deficientes y elevando el nivel de comprensión en el curso de laboratorio de operaciones unitarias (Toro & Raúl, 2020). Varios autores destacan el impacto positivo de metodologías alternativas como debates y ABP, demostrado ser efectivos para fomentar el pensamiento analítico, la solución de problemas y la cooperación entre los estudiantes (Jimenez, y otros, 2024). Mendoza, Martínez y Realpe confirmaron que el uso de herramientas tecnológicas como Tecno Design Distillation optimizó el proceso de aprendizaje al reducir errores y tiempos de resolución (Mendoza, Martinez, & Realpe, 2020). también se ha demostrado que la transdisciplinarización en proyectos finales enriqueció la experiencia educativa. Estos hallazgos destacan la necesidad de incorporar metodologías modernas y

herramientas tecnológicas avanzadas para abordar las deficiencias en la enseñanza de operaciones unitarias y mejorar la preparación profesional de los estudiantes (Mobarec & Clavijo, 2021).

La problemática se muestra a través de varios síntomas críticos que resaltan las deficiencias en el proceso educativo. Para iniciar, los resultados de las evaluaciones académicas revelan un rendimiento deficiente en la comprensión y aplicación de los conceptos de operaciones unitarias, lo que manifiesta la ineficacia de los métodos actuales. También, se observa una notable falta de motivación en los estudiantes, quienes encuentran las metodologías tradicionales poco atractivas y nada estimulantes. La falta de recursos didácticos actualizados y de herramientas tecnológicas adecuadas limita aún más la capacidad de los estudiantes para afrontar los desafíos profesionales. Estos síntomas marcan la necesidad de una revisión y actualización inmediata de los métodos de enseñanza para optimizar la calidad del aprendizaje. también es fundamental para avanzar hacia una educación superior más inclusiva y equitativa (Quijije, Poggi, Palma, & Alcívar, 2025). La propuesta de diseñar una guía metodológica que integre el software ASPEN HYSYS busca abordar estos problemas proporcionando una solución que modernice y enriquezca el enfoque educativo.

1.1 Formulación del problema

¿Cuál es la situación actual referente a la enseñanza de operaciones unitarias que imparten los docentes de pregrado de Ingeniería Petroquímica de la Universidad De las Fuerzas Armadas ESPE durante el semestre 2024-02?

¿Cuáles son las características de las estrategias de enseñanza de operaciones unitarias que utilizan los docentes de pregrado de Ingeniería Petroquímica de la Universidad De las Fuerzas Armadas ESPE durante el semestre 2024-02?

¿Como estaría configurada una guía metodológica para la enseñanza de operaciones unitarias incorporando ASPEN HYSYS dirigida a docentes de pregrado de Ingeniería Petroquímica de la Universidad De las Fuerzas Armadas ESPE durante el semestre 2024-02?

1.2 Objetivos de la investigación

Objetivo General

Diseñar una guía metodológica para la enseñanza de operaciones unitarias incorporando ASPEN HYSYS dirigida a docentes de pregrado de Ingeniería Petroquímica de la Universidad De las Fuerzas Armadas ESPE durante el semestre 2024-02.

Objetivos Específicos

1. Explorar la situación actual referente a la enseñanza de operaciones unitarias que imparten los docentes de pregrado de Ingeniería Petroquímica de la Universidad De las Fuerzas Armadas ESPE durante el semestre 2024-02.
2. Identificar las características de las estrategias de enseñanza de operaciones unitarias que utilizan los docentes de pregrado de Ingeniería Petroquímica de la Universidad De las Fuerzas Armadas ESPE durante el semestre 2024-02.
3. Configurar una guía metodológica para la enseñanza de operaciones unitarias incorporando ASPEN HYSYS dirigida a docentes de pregrado de Ingeniería Petroquímica de la Universidad De las Fuerzas Armadas ESPE durante el semestre 2024-02.

1.3 Justificación de la investigación

La petroquímica requiere una amplia gama de conocimientos teóricos y prácticos, lo que plantea la necesidad de modificar y rediseñar los métodos de enseñanza incorporando los avances tecnológicos actuales. Hoy en día, los computadores deben convertirse en una herramienta indispensable para el aprendizaje tanto de estudiantes como de docentes (Galvis, 1997). La incorporación de tecnología no solo facilita el acceso a información actualizada, sino que también promueve una comprensión más profunda de los conceptos complejos a través de simulaciones y modelos interactivos. Esta integración tecnológica en el proceso educativo permitirá a los estudiantes visualizar y manipular variables en tiempo real, mejorando su capacidad de análisis y resolución de problemas. Además, la tecnología educativa puede personalizar el aprendizaje, adaptándose a las necesidades individuales de cada estudiante, lo que contribuye a una formación más efectiva y eficiente. La capacidad de acceder a recursos globales y participar en comunidades de aprendizaje virtuales también enriquece la experiencia

educativa, proporcionando a los estudiantes una perspectiva más amplia y diversa sobre los desafíos y soluciones en el campo de la petroquímica. En última instancia, el uso de tecnologías avanzadas en la educación petroquímica prepara mejor a los estudiantes para enfrentarse a un entorno laboral altamente tecnológico y en constante evolución (Simone, 1993).

Las operaciones unitarias dentro de la formación de un Ingeniero en Petroquímica cambian su posición a futuro al obtener conocimientos en fenómenos de transporte y al contar con modelos matemáticos (Simuladores) que evitan la utilización de datos empíricos (Martínez, Duarte, & Scortechini, 2014). Esto facilita la resolución de cálculos y diseños de procesos, transformando al estudiante en un profesional no solo capaz de solucionar problemas de equipamiento en una planta industrial, sino también en alguien que puede mejorar y crear nuevos procesos industriales. La habilidad de utilizar simuladores como ASPEN HYSYS permite a los futuros ingenieros realizar ejercicios de procesos industriales complejos, integrando conocimientos teóricos con aplicaciones prácticas. Esta relación entre teoría y práctica es esencial para formar profesionales competentes y versátiles, capaces de adaptarse a las necesidades dinámicas del sector petroquímico. Además, la utilización de simuladores promueve un aprendizaje activo y experiencial, donde los estudiantes pueden experimentar con diferentes escenarios y observar las consecuencias de sus decisiones en un entorno seguro y controlado. Esta metodología de aprendizaje no solo fortalece las competencias técnicas, sino que también desarrolla habilidades críticas como el pensamiento analítico, la resolución de problemas y la innovación (Chiliquinga, Rodríguez, Luje, & Pucha, 2024). Al proporcionar una formación integral y práctica, los simuladores preparan a los estudiantes para contribuir de manera significativa en sus futuros roles profesionales, impulsando el avance y la eficiencia en la industria petroquímica.

La actual enseñanza se basa en desarrollar cada una de las operaciones unitarias por separado. Sin embargo, se están dando varias transformaciones en el ámbito de la ingeniería química. Según Tapias García (Tapias, 1999), surgen nuevos paradigmas como la protección del medio ambiente y disciplinas emergentes como la biología y la ciencia de materiales. Estos campos requieren un enfoque integral en la enseñanza de la ingeniería, el cual no puede lograrse sin considerar los procesos que involucran un conjunto de operaciones unitarias. Estas operaciones constituyen la base para comprender, diseñar y optimizar los sistemas necesarios para abordar los desafíos tecnológicos y ambientales. Autores como Mc. Cabe mencionan en

su prólogo la hegemonía de las operaciones unitarias y afirman que es el momento de fusionarlas. No obstante, en el desarrollo de contenidos, se siguen tratando de forma separada (McCabe, Smith, & Harriot, 2002). La integración de estas operaciones en un marco unificado permitiría abordar problemas complejos de manera más eficiente y holística, alineando la educación con las demandas contemporáneas de sostenibilidad y tecnología avanzada. Además, la fusión de operaciones unitarias facilita la comprensión de los procesos interdependientes, ofreciendo a los estudiantes una visión más coherente y global de la ingeniería química. Esto no solo mejora su capacidad para resolver problemas complejos, sino que también los prepara para abordar desafíos multidisciplinarios en sus carreras profesionales. La educación integrada en operaciones unitarias también puede estimular la innovación, alentando a los estudiantes a pensar de manera creativa y a desarrollar nuevas soluciones que puedan tener un impacto positivo en la industria y en la sociedad en general (Riccobene & Nolasco, 2013).

Este trabajo muestra una dirección prometedora para la enseñanza de operaciones unitarias. Con la utilización de simuladores como ASPEN HYSYS, se pueden desarrollar ejercicios de procesos industriales completos sin dejar de lado los conocimientos básicos. Resolver ejercicios de procesos industriales reales sustituirá el modelo tradicional de transmisión de conocimientos por uno que se enfoque en obtener habilidades necesarias para enfrentar problemas reales en la vida profesional, dejando atrás los modelos que solo sirven para pasar un examen (Rezende & Ostermann, 2006). Este enfoque no solo mejora la competencia técnica de los estudiantes, sino que también fomenta habilidades críticas como el pensamiento analítico, la resolución de problemas y la innovación. La capacidad de enfrentar y resolver desafíos industriales reales desde el ámbito académico prepara a los estudiantes para contribuir de manera significativa y eficiente en sus futuros roles profesionales, promoviendo una cultura de mejora continua e innovación en la industria petroquímica. Además, este enfoque educativo puede aumentar la motivación y el compromiso de los estudiantes, al permitirles ver la relevancia y la aplicabilidad de lo que están aprendiendo en contextos reales. Al proporcionar una formación práctica y orientada a la solución de problemas, se crea un entorno de aprendizaje dinámico y estimulante que fomenta el desarrollo de profesionales competentes y preparados para enfrentar los desafíos del mundo laboral moderno (Manuel, 2018).

CAPÍTULO II

FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

2.1 Antecedentes de la investigación

Toro Rodríguez y Raúl Moises (Toro & Raúl, 2020) se plantearon como objetivo determinar si el aprendizaje basado en problemas (ABP) mejora el aprendizaje de operaciones unitarias en el curso de laboratorio de operaciones unitarias del VIII ciclo de ingeniería Agroindustrial de la Universidad Nacional de Santa. La metodología fue de tipo explicativa, con un diseño experimental y pre-experimental y población constituida por 32. Para la recolección de datos, el autor aplicó test como técnica y cuestionario como instrumento. En sus conclusiones, Toro Rodríguez indicó que, mediante la pre-prueba aplicada a los estudiantes, pudo detectar que el nivel de aprendizaje de operaciones unitarias era en su mayoría deficiente, evidenciado en un 62,5 %, con un 34,38 % en la categoría regular y solo un 3,13 % en la categoría bueno. Tras la aplicación del ABP y mediante la post-prueba, se verificaron resultados favorables, logrando un descenso del 62,5% al 0% en la categoría deficiente, un incremento del 34,38 % al 43,8 % en la categoría regular y del 3,13 % al 56,2 % en la categoría bueno. Esto demuestra una mejora significativa en el aprendizaje de los estudiantes del curso de Laboratorio de Operaciones Unitarias de ingeniería Agroindustrial de la Universidad Nacional del Santa. Los hallazgos sugieren que el ABP es una metodología efectiva para mejorar el rendimiento académico y fomentar un aprendizaje más profundo y duradero.

(Fombuena, Cardona, María, & Lora, 2019), buscaron revertir la situación actual de excesivo uso de la clase magistral en el Grado de Ingeniería Química, sustituyendo gran parte de esta por metodologías alternativas. Los autores emplearon métodos como Phillips 66, debates, visitas de campo y (ABPr) en diversas asignaturas. El método Phillips 66 se aplicó a 26 alumnos durante el curso académico 2018-2019, los debates en dos cursos académicos con menos de 10 alumnos cada uno, las visitas de campo en la asignatura de Tratamientos de Residuos Sólidos con visitas a centros como el Vertedero de Villena y la planta de Picassent, y el ABP en la asignatura de Tratamiento Avanzado de Aguas, donde los alumnos diseñaron una planta desaladora utilizando un software. Para obtener resultados, los docentes realizaron encuestas para conocer la opinión de los alumnos sobre cada técnica. En sus conclusiones, los investigadores señalaron que estas metodologías facilitan el aprendizaje y la comprensión de

conceptos, fomentando una actitud más dinámica entre los estudiantes. Los docentes además percibieron positivamente la implementación de estos métodos, destacando la necesidad de dedicar más tiempo a debates y emplear Phillips 66 y ABP. Aunque la falta de experiencia en estas metodologías es vista como un obstáculo por los estudiantes, su implementación en nuevas asignaturas de los primeros cursos del grado podría mejorar la situación. Además, los hallazgos resaltan la importancia de la diversificación de estrategias pedagógicas para adaptarse a las necesidades cambiantes de los estudiantes y del contexto educativo.

De manera similar, (Mendoza, Martínez, & Realpe, 2020) propusieron validar una herramienta didáctica en la asignatura de operaciones unitarias para verificar el logro del aprendizaje significativo en estudiantes sobre el diseño de torres de destilación de mezclas binarias. La metodología empleada en este estudio fue de tipo explicativa, con un diseño experimental y un grupo de control, y un enfoque cuantitativo. El diseño experimental consideró una población de 21 estudiantes de quinto semestre de ingeniería química de la Universidad de Cartagena, a quienes se les evaluó la resolución de ejercicios sin el uso del software. Para el grupo de control, la población escogida fue de 58 estudiantes de quinto semestre de la Fundación Universitaria Tecnológico Comfenalco de las jornadas matutina y vespertina, quienes fueron evaluados al resolver un ejercicio sobre diseño de torres utilizando el software Tecno Design Distillation. En ambos casos, se realizaron encuestas como instrumento de evaluación. En sus conclusiones, los autores indicaron que la utilización del software mejora significativamente la adquisición de aprendizaje, reduce los tiempos de resolución de ejercicios y minimiza los errores en el proceso de diseño de torres de destilación. Esto demuestra que la herramienta didáctica es efectiva para lograr un aprendizaje significativo en los estudiantes. Además, estos resultados subrayan la relevancia de integrar tecnologías avanzadas en el currículo académico para optimizar el proceso de enseñanza-aprendizaje y preparar mejor a los estudiantes para los desafíos profesionales.

Por otra parte, (Santos, 2021) buscó determinar la relación entre la estrategia didáctica de modelación matemática contextualizada y el rendimiento académico en el curso de Operaciones Unitarias impartido a los estudiantes del cuarto ciclo de la especialidad de Ingeniería Industrial de la Universidad Católica Sedes Sapientiae en el año 2019. La metodología utilizada fue de tipo descriptivo correlacional con un enfoque cuantitativo, empleando el método hipotético-deductivo. El diseño de la investigación fue no experimental

transversal. La población del estudio incluyó a los estudiantes matriculados en el curso de Operaciones Unitarias, delimitados por criterios de inclusión (matriculados durante el año 2019) y de exclusión (aquellos que estaban llevando el curso por segunda o tercera vez). Las técnicas utilizadas para la recolección de datos fueron la encuesta y el análisis documental, y los instrumentos fueron el cuestionario y el registro de evaluación. En sus conclusiones, el autor señaló que existe una relación significativa entre la estrategia de modelación matemática contextualizada y el rendimiento académico en el curso de Operaciones Unitarias, confirmando que la estrategia aplicada es eficaz para mejorar el rendimiento académico de los estudiantes. Estos hallazgos indican que la modelación matemática contextualizada puede ser una herramienta poderosa para mejorar la comprensión de conceptos complejos y fomentar un aprendizaje más efectivo y significativo.

Por último, (Mobarec & Clavijo, 2021) se propusieron conocer algunas características importantes de la aplicación de la transdisciplinarización en los proyectos de fin de curso de Operaciones Unitarias de la carrera de Ingeniería Industrial de la Universidad Mayor de San Andrés, dentro de su proceso de enseñanza-aprendizaje. La metodología utilizada fue la observación cualitativa con un metaanálisis comparativo. La población del estudio estuvo constituida por el curso de Operaciones Unitarias de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Mayor de San Andrés. Como técnica de investigación, se empleó la encuesta, analizando críticamente las consideraciones estudiantiles como efecto final de las aplicaciones en los proyectos de fin de curso. En sus conclusiones, el autor determinó que las aplicaciones de las ciencias en ingeniería industrial mediante las operaciones unitarias son complejas, exigiendo un análisis de las consecuencias no observadas por la simplicidad de los modelos. Además, señaló que los resultados obtenidos a través de las conclusiones revelan las variables y categorías de esta integración disciplinar, intentando comprender lo que motivaría a los estudiantes en este proceso. Asimismo, los hallazgos sugieren que una mayor atención a las interacciones transdisciplinarias puede enriquecer significativamente el proceso educativo y preparar mejor a los estudiantes para abordar problemas complejos en su futuro profesional.

2.2 Bases Teóricas

Definición y clasificación de operaciones unitarias

Según (McCabe, Smith, & Harriot, 2002) las operaciones unitarias representan un

método muy conveniente para organizar la materia de estudio en la ingeniería química. Este método se fundamenta en dos principios clave: primero, a pesar de que el número de procesos individuales en ingeniería química es extenso, cada uno de estos puede ser fragmentado en una serie de etapas denominadas operaciones unitarias. Estas etapas, que se repiten a lo largo de diferentes procesos, permiten una estructura sistemática y comprensible para los estudiantes y profesionales del área. Segundo, las operaciones individuales comparten técnicas comunes y se basan en los mismos principios científicos, lo que facilita su estudio y aplicación en diversos contextos industriales. Esta clasificación no solo mejora la eficiencia del aprendizaje, sino que también permite una mayor versatilidad y adaptabilidad en la práctica profesional. Por su parte, Orozco complementa esta visión al clasificar las operaciones unitarias en tres categorías basadas en los tipos de transferencia: transferencia de masa, transferencia de calor y transferencia de cantidad de movimiento (Orozco, 1998). Estas clasificaciones son fundamentales porque permiten una mejor comprensión de los mecanismos subyacentes en cada proceso y facilitan la identificación de las herramientas y técnicas adecuadas para su implementación. En conjunto, estas definiciones y clasificaciones proporcionan una base sólida para el estudio y la aplicación de las operaciones unitarias en la ingeniería química, destacando su importancia tanto en el ámbito académico como en el profesional.

Fundamentos científicos de las operaciones unitarias

McCabe y Smith resaltan la relevancia de diversas técnicas y principios científicos en el estudio de las operaciones unitarias. Estas técnicas y principios no solo incluyen leyes fundamentales de física y química, sino también métodos específicos que han sido desarrollados y refinados a lo largo de años de investigación y práctica en ingeniería química. Algunos de estos principios son tan esenciales que se aplican universalmente en la resolución de problemas dentro del campo, mientras que otros son más especializados y se utilizan en situaciones particulares que requieren un enfoque técnico más detallado. Por ejemplo, las leyes de conservación de la masa y la energía son pilares en el análisis de cualquier proceso químico, asegurando que se mantengan los balances adecuados en sistemas complejos. Además, técnicas como la destilación, absorción y extracción se basan en principios físicos y químicos que permiten la separación eficiente de componentes en mezclas. Estos fundamentos no solo facilitan la comprensión de cómo y por qué funcionan las operaciones unitarias, sino que también proporcionan un marco para innovar y mejorar estos procesos. Al comprender

profundamente estos principios, los ingenieros químicos pueden diseñar y optimizar procesos industriales de manera más efectiva, aumentando la eficiencia y sostenibilidad de las operaciones. Por tanto, los fundamentos científicos son esenciales no solo para la educación y formación de los ingenieros químicos, sino también para su capacidad de innovar y adaptarse a nuevos desafíos en el campo (McCabe & Smith, 2016).

Aplicaciones prácticas de las operaciones unitarias

Además de su importancia teórica, las operaciones unitarias tienen numerosas aplicaciones prácticas que demuestran su relevancia en la industria química. Según Orozco, estas aplicaciones abarcan una amplia gama de procesos industriales, desde la obtención de vinos y licores hasta la clarificación de jugos y la pasteurización de leche. En cada uno de estos casos, las operaciones unitarias juegan un papel crucial en la mejora de la eficiencia y la calidad de los productos finales. Por ejemplo, en la industria de bebidas, la destilación se utiliza para separar componentes en la producción de alcohol, mientras que la filtración y la clarificación aseguran la pureza y la calidad del producto final. En la industria alimentaria, procesos como el secado y la agitación son fundamentales para la preservación y el procesamiento de alimentos. Estos procesos no solo mejoran la vida útil y la seguridad de los productos, sino que también pueden optimizarse para reducir costos y minimizar el impacto ambiental. Además, en la industria química, la absorción de gases y la sedimentación son esenciales para el tratamiento de residuos y la purificación de productos químicos, contribuyendo a la sostenibilidad y eficiencia de las operaciones industriales. Estas aplicaciones prácticas demuestran cómo las operaciones unitarias son fundamentales para una amplia variedad de procesos industriales, y subrayan la importancia de su estudio y comprensión en la formación de ingenieros químicos. Al dominar estas técnicas, los profesionales del área pueden diseñar y optimizar procesos que no solo cumplen con los estándares de calidad y eficiencia, sino que también se adaptan a las demandas cambiantes de la industria y la sociedad (Orozco, 1998).

Aprendizaje cooperativo y basado en problemas

La integración de metodologías de aprendizaje cooperativo y ABP ha demostrado ser altamente efectiva en la educación en ingeniería, particularmente en el contexto de operaciones unitarias. El aprendizaje cooperativo combina el desarrollo de proyectos profesionales con prácticas de trabajo tanto individuales como grupales. Estas prácticas no solo se despliegan en

entornos presenciales, sino que también se benefician enormemente de las tecnologías de la información y la comunicación (TIC), creando un entorno virtual colaborativo que enriquece la experiencia educativa (Niculcara, et al., 2009). Varios autores destacan el método del caso como una metodología que permite al alumnado trabajar en competencias y resultados de aprendizaje mediante el análisis y la resolución de casos reales, conectando así la teoría con la práctica de una manera tangible y significativa (Solsona, Fernández, Sánchez, & Sanchis, 2021). García subraya la relevancia del aprendizaje basado en problemas, un enfoque que se centra en la resolución de problemas prácticos que los estudiantes pueden enfrentar en su vida profesional. Este método no solo facilita la adquisición de conocimientos técnicos, sino que también desarrolla habilidades críticas como el pensamiento analítico, la toma de decisiones y la colaboración en equipo (García, 2018). Al enfrentarse a problemas reales, los estudiantes aprenden a aplicar sus conocimientos de manera práctica y efectiva, preparándolos mejor para los desafíos del mundo laboral. Además, este enfoque fomenta una mayor retención de conocimientos, ya que los estudiantes ven el valor y la relevancia de lo que están aprendiendo. En conjunto, estas metodologías innovadoras representan un avance significativo en la educación en ingeniería, preparando a los estudiantes no solo para aprobar exámenes, sino para convertirse en profesionales competentes y adaptables (Martínez & Galan, 2000).

Impacto de las tecnologías en el aprendizaje de operaciones unitarias

El impacto de las TIC en el aprendizaje de la ingeniería ha sido transformador, proporcionando herramientas que facilitan un aprendizaje más interactivo y efectivo. La evolución de herramientas tecnológicas ha permitido un autoaprendizaje más accesible y flexible, fortaleciendo los conocimientos en áreas específicas como la ingeniería química (Mosquera, Valencia, Benjumea, & Palacios, 2021). La incorporación de tecnologías digitales en la enseñanza de Ingeniería Química ha convertido significativamente las metodologías tradicionales de aprendizaje, en especial en asignaturas complejas como operaciones unitarias. Estas herramientas, que incluyen simuladores y laboratorios virtuales han mostrado que mejoran la comprensión de fenómenos físico y químicos complejos y de igual forma motivan el aprendizaje autónomo. La implementación de herramientas tecnológicas en el día a día de los estudiantes favorece el desarrollo de habilidades prácticas en ambientes seguros y controlados, gracias a esto se logra eliminar costos y riesgos de laboratorios reales (Hernández, Díaz, & Morales, 2020). (Rodríguez, Sánchez, & Casado, 2019) destacan que los estudiantes

manifiestan un mayor compromiso y desempeño académico cuando las herramientas digitales se incorporan como apoyo al aprendizaje experimental en operaciones unitarias.

El uso de software especializado en simulación como Aspen Plus o CHEMCAD, permite a los estudiantes modelar procesos industriales en condiciones reales, esto ayudara a comprender de mejor manera el comportamiento dinámico de los sistemas. Es importante promover un enfoque de aprendizaje basado en problemas y el desarrollo de competencias profesionales desde etapas tempranas de la formación. (Felder & Brent, 2016) indican que el aprendizaje activo apoyado en tecnologías facilita la adquisición de conocimientos aplicados y prepara mejor a los futuros ingenieros químicos para enfrentar en entornos laborales desafíos reales, así las tecnologías actúan como herramientas didácticas y mediadoras del conocimiento, convirtiendo la manera en que los contenidos se imparten en operaciones unitarias.

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA

3.1 Definición

El marco metodológico de una investigación es la sección en la cual se describe y justifica el enfoque, el tipo y diseño de investigación, así como también los métodos y técnicas usados para la recolección e interpretación de los datos. Definirá cómo se lleva a cabo el estudio, detallando el procedimiento sistemático que permitirá obtener respuestas válidas y confiables a las preguntas de investigación, todo esto gracias al uso de instrumentos apropiados y tácticas de análisis adecuadas (Collado & Lucio, 2014).

3.2 Tipo de investigación

El presente estudio se enmarca en la investigación proyectiva. La investigación proyectiva propone soluciones a una situación dada a partir de un proceso de indagación. Involucra explorar, describir, explicar y proponer alternativas de cambio, mas no necesariamente ejecutar la propuesta (Hurtado, 2012). En este contexto, se plantea un estudio cuyo objetivo principal es diseñar una guía metodológica para fortalecer la enseñanza de operaciones unitarias dirigida a docentes de Ingeniería Petroquímica de la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE durante el semestre 2024-02. Este tipo de investigación permite identificar problemas específicos y plantear soluciones innovadoras sin la necesidad de implementarlas inmediatamente, esto facilita la creación de estrategias educativas efectivas y contextualizadas. Así, se busca mejorar el proceso de enseñanza-aprendizaje mediante el diseño de una guía metodológica adecuada a las necesidades y características de los docentes.

3.3 Diseño de investigación

El diseño de investigación es un plan que define cómo se llevará a cabo el estudio, este incluye las estrategias que se emplearán para responder preguntas clave como "dónde" y "cuándo" se realizará la investigación, asegurando además el control de los factores que pueden perturbar los resultados. Por consiguiente, se parte de una base teórica y se establece la manera en que se recopilarán los datos. (Reidl, 2012). En consecuencia, el presente estudio corresponde a un diseño de campo, dado que el investigador obtendrá información a partir de fuentes vivas,

en un ambiente natural que será la Universidad De las Fuerzas Armadas ESPE. Esta investigación adopta un diseño no experimental de tipo longitudinal retrospectivo, ya que recopila información sobre las experiencias y prácticas investigativas de docentes durante un periodo de cinco años. El objetivo es analizar cómo ha evolucionado la formación en competencias investigativas y su impacto en la cultura de investigación docente. Este tipo de diseño permite reconstruir eventos pasados a partir de datos obtenidos en el presente, ofreciendo una visión temporal amplia del fenómeno de estudio (Hernández, Fernández, & Baptista, 2014). Esta perspectiva integral permite entender mejor los distintos factores que influyen en el proceso de aprendizaje, lo cual aporta una base firme para desarrollar propuestas pedagógicas pertinentes.

3.4 Unidades de estudio

De acuerdo con Hurtado (2012), “las unidades de estudio son las entidades (personas, objetos, regiones, instituciones, documentos, plantas, animales, productos...) que poseen el evento de estudio. En esta investigación, las unidades de estudio incluyen una población compuesta por docentes. La población se define como “el conjunto de seres que poseen la característica o evento a estudiar y que se enmarcan en los criterios de inclusión” (Hurtado, 2012). Se tomarán en cuenta los docentes de universidades del Ecuador que impartan o impartieron clases de operaciones unitarias o afines. La inclusión de estos docentes en el estudio proporciona una perspectiva completa y variada, esencial para el desarrollo de una propuesta educativa efectiva y pertinente.

3.5 Técnicas para la recolección de información

En cuanto a la técnica de recolección de información adecuada para este estudio, se utilizará la encuesta, ya que permite obtener información a través de preguntas. La encuesta es una técnica utilizada para recabar información entre la población, está íntimamente relacionada con el enfoque cuantitativo, se utiliza para obtener datos en gran escala de una población determinada. Esta técnica se aplica mediante un cuestionario como instrumento de medición, el cuestionario permitirá la recolección de datos a través de una serie de preguntas que tienen el fin de recabar información de los participantes en el estudio (Hernández, Fernández, & Baptista, 2014).

3.6 Técnica de análisis de datos

En la presente investigación, se examinará la información utilizando estadística descriptiva básica, cuya función permite describir y analizar un grupo de datos dado, sin extraer conclusiones sobre la población a la que pertenecen (Faraldo & Pateiro, 2012). La organización de los datos se realizará mediante tablas de frecuencias, con su respectiva representación gráfica en diversos tipos, como gráficas de porcentajes tipo pastel o de barras. La interpretación de los datos se llevará a cabo de manera holística, permitiendo obtener una visión clara y exhaustiva de los resultados. Dado que el estudio maneja un enfoque cuantitativo e instrumentos estandarizados para recoger la información, se garantiza que los resultados sean precisos y confiables. Este tipo de análisis permite identificar con claridad los patrones y tendencias presentes en los datos, lo que también facilita diseñar estrategias educativas bien fundamentadas y adaptadas a la realidad observada.

3.7 Operacionalización de las variables

Tabla 1. Operacionalización de las variables

Objetivos Específicos	Variables	Definiciones nominales	Dimensiones	Indicadores	Instrumento	Ítem o Pregunta
Explorar la situación actual referente a la enseñanza de Operaciones Unitarias que imparten los docentes de pregrado de Ingeniería Petroquímica de la Universidad De las Fuerzas Armadas ESPE durante el semestre 2024-02.	Perfil del docente que imparte la materia de Operaciones Unitarias	Características profesionales y académicas del docente que imparte la materia de Operaciones Unitarias	Experiencia profesional	Años impartiendo la materia	Encuesta	1
			Formación Académica	Nivel de formación en el área	Encuesta	2
			Conocimiento tecnológico	Utilización de herramientas tecnológicas	Encuesta	3
			Métodos de enseñanza	Estrategia didáctica usada	Encuesta	4
			Actividades	Prácticas de	Encuesta	5

Identificar las características de las estrategias de enseñanza de Operaciones unitarias que utilizan los docentes de pregrado de Ingeniería Petroquímica de la Universidad De las Fuerzas Armadas ESPE durante el semestre 2024-02.	Estrategias metodológicas de enseñanza	Actividades y métodos utilizados por el docente con el fin de facilitar el aprendizaje de las Operaciones Unitarias	prácticas	laboratorio		
			Implementación de tecnología	Utilización de simuladores en el aula	Encuesta	6
			Innovación pedagógica	Actualización en las metodologías	Encuesta	7
			percepción del nivel de eficacia del simulador	Utilidad de la implementación de simuladores en el aprendizaje	Encuesta	8
			Aplicación industrial	Desarrollo de problemas industriales reales	Encuesta	9
	Manejo y percepción sobre Aspen Hysys	Conocimiento, habilidades y actitudes del docente respecto a la	Formación y conocimiento	Familiaridad con el software y formación previa	Encuesta	10, 11

Configurar una guía metodológica para la enseñanza de operaciones unitarias incorporando ASPEN HYSYS dirigida a docentes de pregrado de Ingeniería Petroquímica de la Universidad De las Fuerzas Armadas ESPE durante el semestre 2024-02.		implementación del software ASPEN HYSYS como herramienta de simulación	Nivel de manejo y dificultades	Nivel de dominio técnico y barreras	Encuesta	12, 13
			Valoración pedagógica	Impacto en el aprendizaje	Encuesta	24
	Recursos, necesidades y expectativas de los docentes	Opinión del docente sobre los recursos disponibles y los requeridos para optimizar la enseñanza de Operaciones Unitarias con ASPEN HYSYS.	Recursos disponibles	Disponibilidad institucional y uso de materiales	Encuesta	14, 15, 16, 17
			Necesidades pedagógicas	Guías y materiales requeridos	Encuesta	18, 19
			Recursos interactivos y de apoyo	Interés en mejorar con TIC y apoyo institucional	Encuesta	21, 22
			Formación continua	Capacitación e importancia del enfoque industrial	Encuesta	20, 23

CAPÍTULO IV

PRESENTACIÓN Y ANÁLISIS DE DATOS

En este capítulo, se presenta y analizan los resultados obtenidos de las encuestas aplicadas a docentes de 6 universidades del País. El análisis detallado de estos datos es crucial para dar respuesta a las preguntas de investigación y objetivos anteriormente establecidos.

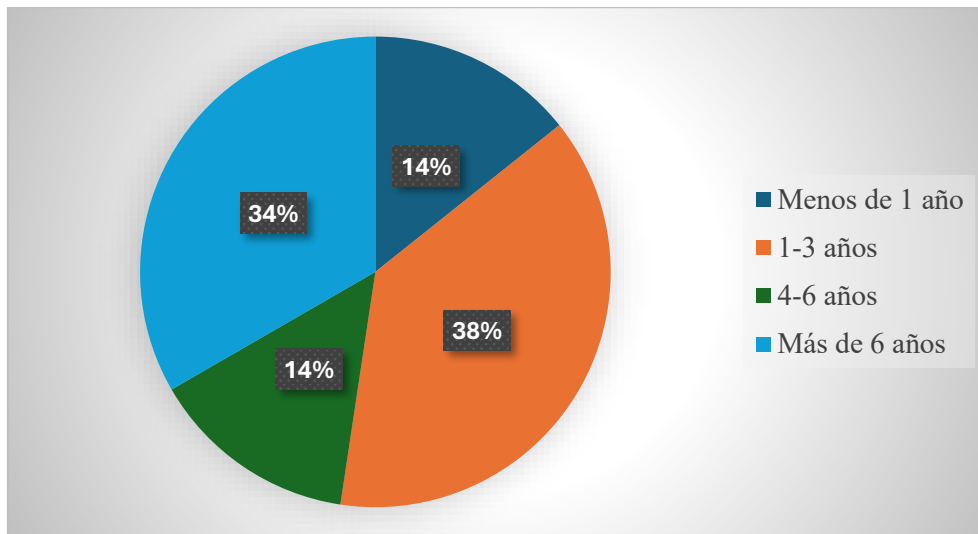
La primera parte de la encuesta es una evaluación exhaustiva de la situación actual de la enseñanza de operaciones unitarias, en las cuales se destaca las metodologías educativas predominantes actualmente en las aulas y los desafíos enfrentados por los docentes, asimismo las oportunidades existentes para optimizar la calidad y la eficiencia de la enseñanza. Posteriormente, se analiza las principales características de las estrategias de enseñanza implementadas actualmente, esto permite una comprensión profunda de las diversas prácticas educativas empleadas para la transmisión de conocimiento. Por último, se propone buscar recomendaciones que serán útiles para el diseño de la guía metodológica que integre el uso de ASPEN HYSYS.

1. ¿Cuántos años lleva impartiendo asignaturas relacionadas con operaciones unitarias?

Tabla 2. Cuadro de experiencia de los docentes impartiendo operaciones unitarias

Experiencia de los docentes impartiendo operaciones unitarias		
	Frecuencia	(%)
Menos de 1 año	3	14,3
1-3 años	8	33,3
4-6 años	3	14,3
Más de 6 años	7	38,1
	21	100

Figura 1. *Porcentajes de nivel de experiencia*



Interpretación pregunta 1.

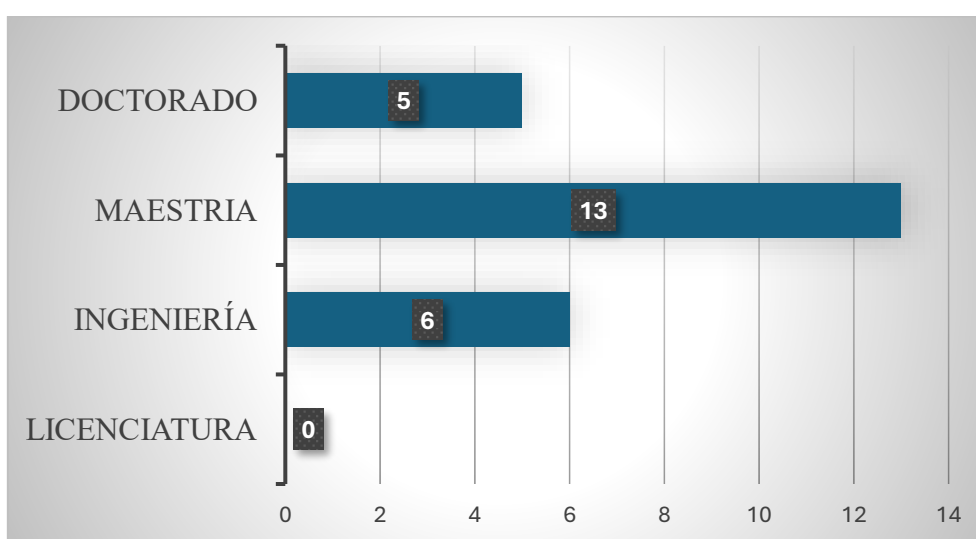
Existe un predominio de años de experiencia de moderada a alta, el 48 % de los docentes tienen una experiencia mayor a tres años, dentro de los cuales un 38,1 % posee más de seis años de experiencia, esto indica que varios de los docentes son bastante experimentados impartiendo la materia de operaciones unitarias, lo cual, puede influir en la madurez y la profundidad del enfoque pedagógico que se está desarrollando dentro de las aulas. No obstante, la existencia de un 14,3 % de docentes con menos de un año sugiere a que puede existir una fase de transición o crecimiento que podría afectar los métodos de enseñanza actuales. Los docentes más experimentados pueden preferir metodologías más tradicionales, sin embargo, los docentes menos experimentados pueden estar más abiertos a adoptar nuevos métodos y tecnologías innovadoras como el uso de software computacional ASPEN HYSYS.

2. ¿Qué formación académica posee en el área de operaciones unitarias?

Tabla 3. Cuadro de formación académica que poseen los docentes en el área relacionada a operaciones unitarias

Formación académica que poseen en el área relacionada a operaciones unitarias		
	Frecuencia	(%)
Licenciatura	0,0	0,0
Ingeniería	6,0	28,6
Maestría	13	61,9
Doctorado	5,0	23,8
	21	100

Figura 2. Formación académica que poseen en el área relacionada a operaciones unitarias



Interpretación pregunta 2.

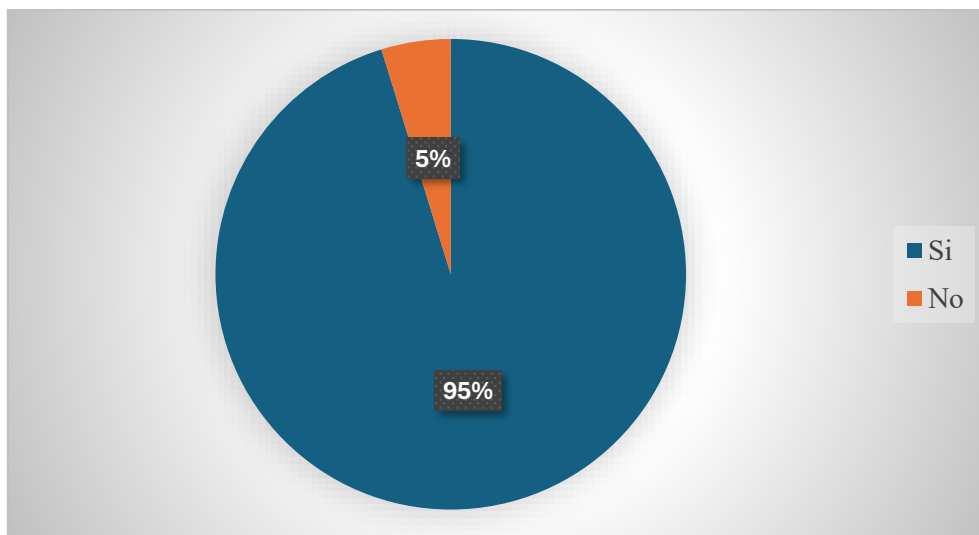
Un 61 % de docentes poseen una maestría, seguido de un 24 % con doctorado, denota un alto grado de preparación académica. En base a esto se puede asumir que el entorno de aprendizaje no se fundamenta únicamente con bases teóricas o ejercicios prácticos, sino que también se promueve un enfoque hacia la investigación. Es probable que los docentes con maestría y doctorado incorporen en sus clases metodologías de enseñanza que fomenten la resolución de problemas complejos y promuevan la integración interdisciplinaria. Este enfoque no solo enriquece el proceso de aprendizaje, sino que también estimula el análisis crítico por parte de los estudiantes.

3. ¿Tiene experiencia utilizando herramientas tecnológicas en la enseñanza?

Tabla 4. Cuadro de experiencia de los docentes usando herramientas tecnológicas en la enseñanza

Experiencia usando herramientas tecnológicas en la enseñanza		
	Frecuencia	(%)
Si	20	95,2
No	1,0	4,8
	21	100

Figura 3. Experiencia de los docentes usando herramientas tecnológicas en la enseñanza



Interpretación pregunta 3.

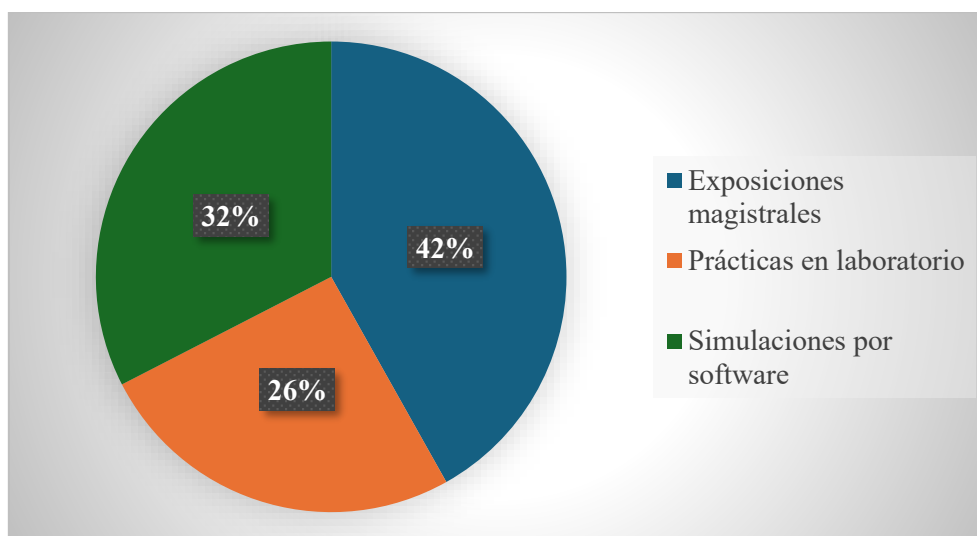
Los resultados obtenidos muestran que casi en su totalidad los docentes incorporan herramientas tecnológicas para la enseñanza. El 95 % de los docentes se sienten cómodos y están familiarizados con metodologías que integren el uso de tecnología, este aspecto es primordial para la enseñanza de materias como operaciones unitarias, de esta forma se aprovechan las ventajas del uso de software para lograr una clase interactiva y colaborativa. Gracias al alto nivel de adopción que han tenido los docentes en el uso de herramientas digitales demuestra que es idóneo la incorporación de ASPEN HYSYS dentro de las metodologías aplicadas en el curso de Operaciones Unitarias.

4. ¿Qué métodos utiliza para enseñar operaciones unitarias?

Tabla 5. Cuadro de métodos utilizados para enseñar operaciones unitarias

Métodos utilizados para enseñar operaciones unitarias		
	Frecuencia	(%)
Exposiciones magistrales	18	42
Prácticas en laboratorio	11	26
Simulaciones por software	14	32
	43	100

Figura 4. Métodos utilizados para enseñar operaciones unitarias



Interpretación pregunta 4.

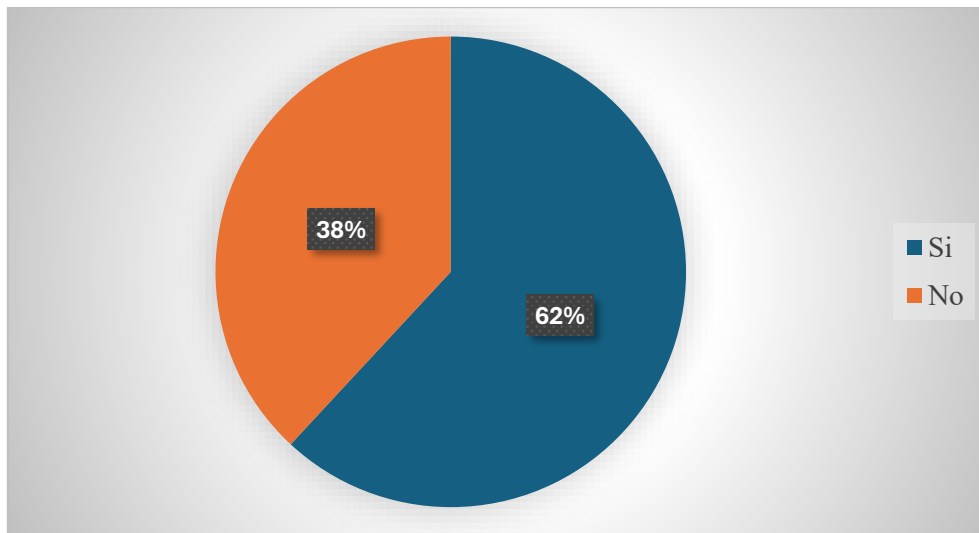
Con un 42 % el método más usado por los docentes es las exposiciones magistrales. Cabe recalcar que la frecuencia es de 43 debido a que varios docentes utilizan más de un método para impartir su conocimiento. Las clases magistrales son ampliamente usadas ya que han demostrado eficiencia para la transmisión de conocimientos teóricos, esto se debe a que permite abordar teorías complejas y conceptos de manera clara, si a esto se suma el uso de presentaciones multimedia eleva aún más la calidad de la presentación magistral (Villanueva, 2023). Con un 32 % el siguiente método más usado son las simulaciones, esto muestra lo integradas que están las tecnologías en el desarrollo curricular actual, el uso de simuladores ayuda a construir y analizar procesos industriales complejos o simples, sin tener que preocuparse por el alto costo o riesgo que representa usar otros métodos como los experimentales (Rodríguez, Sánchez, & Casado, 2019). Por último, el método con menor acogida son las prácticas de laboratorio, aunque son necesarias para simular condiciones y validar teorías, la falta de recursos las vuelven poco viables.

5. ¿Incluye actividades prácticas en sus clases como proyectos en grupos, simulaciones etc.?

Tabla 6. Cuadro de utilización de proyectos en grupo y simulaciones en clases

Utilización de proyectos en grupo y simulaciones en clases		
	Frecuencia	(%)
Si	13	62
No	8	38
	21	100

Figura 5. Utilización de proyectos en grupo y simulaciones en clases



Interpretación pregunta 5.

Un 62 % de los docentes implementan proyectos en grupo y simulaciones en sus clases, esto muestra la aplicación de metodologías interactivas y aplicadas. Estas metodologías incentivan a un aprendizaje activo y experimental, lo cual, es muy valioso para los estudiantes de áreas técnicas, como beneficio, van a poder simular procesos de la vida real aplicando contextos prácticos. No obstante, el 38 % de los docentes no integran este tipo de metodologías, lo que puede deber a la falta de capacitación, recursos o, simplemente, a una resistencia al cambio.

En conclusión, la adopción de proyectos en grupo y simulaciones es prominente y valorado por la mayor parte de los docentes de operaciones unitarias, mostrando una tendencia

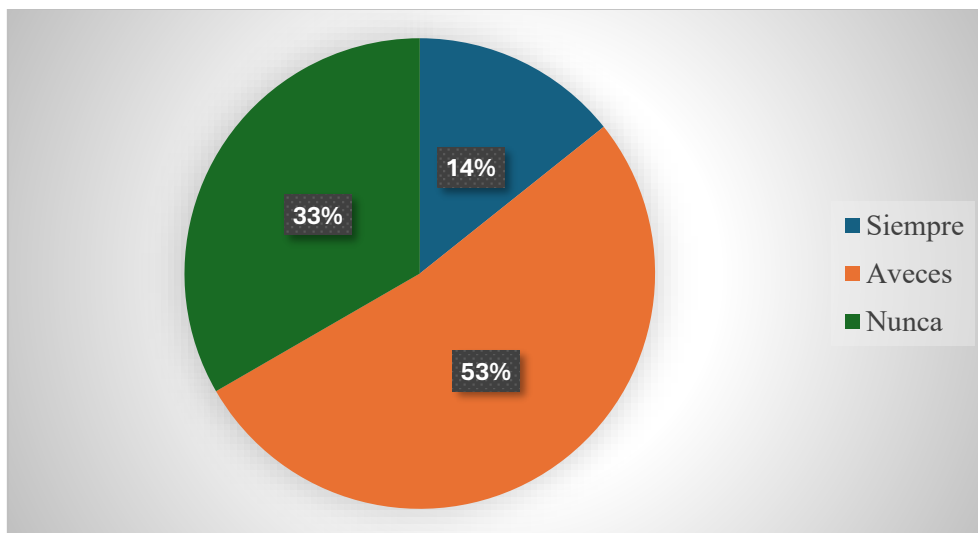
hacia prácticas pedagógicas más interactivas y aplicadas. Para fomentar una implementación aún mayor, es primordial afrontar las barreras existentes mediante el desarrollo profesional y proporcionar a los docentes las herramientas y capacitaciones necesarias para implementar estas metodologías efectivamente.

6. ¿Usa herramientas tecnológicas como simuladores para impartir sus clases?

Tabla 7. Cuadro de uso de simuladores para impartir la clase de operaciones unitarias

Uso de simuladores para impartir la clase de operaciones unitarias		
	Frecuencia	(%)
Siempre	3,0	14
A veces	11	53
Nunca	7,0	33
	21	100

Figura 6. Uso de simuladores para impartir la clase de operaciones unitarias



Interpretación pregunta 6.

El uso de simuladores por parte de los docentes para la enseñanza de Operaciones Unitarias varía significativamente. Varios docentes, representando un 14 % de la muestra, integran de forma recurrente los simuladores en sus clases, aprovechando esta tecnología para explicar de forma interactiva los conceptos complejos de un tema. Un mayor grupo, el 53 %, recurre a los simuladores solo de forma ocasional, lo que puede reflejar limitaciones como la falta de tiempo, recursos, o la conveniencia del simulador para ciertos temas específicos. Sin

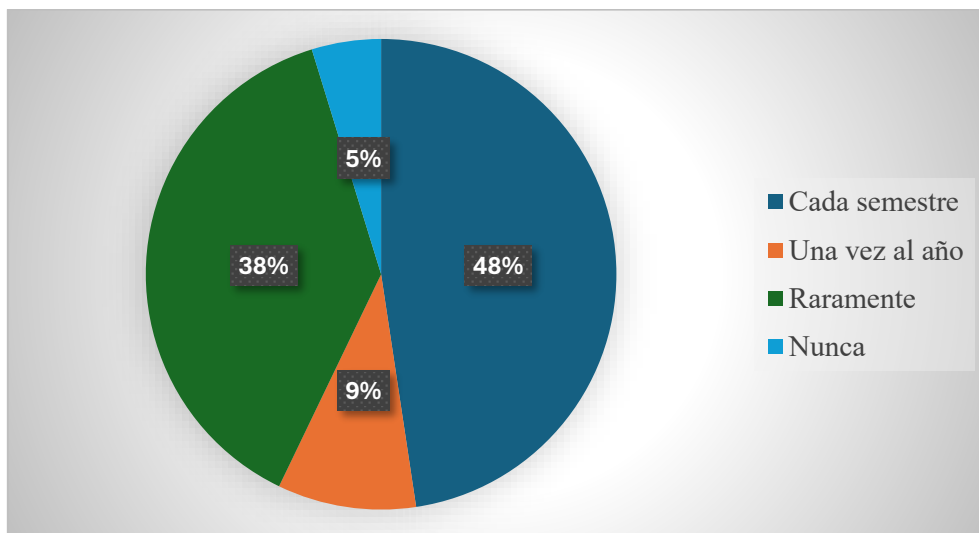
embargo, un 33 % de los profesores no utiliza herramientas tecnológicas en absoluto, probablemente debido a limitaciones de acceso a la tecnología, falta de capacitación, o un favoritismo por enfoques más tradicionales. Este panorama apunta a una oportunidad para mejorar el acceso a la tecnología y la formación docente, todo esto con el fin de hacer las clases más interactivas y enriquecedoras para los estudiantes.

7. ¿Con qué frecuencia integra nuevos métodos o herramientas tecnológicas en sus clases de operaciones unitarias?

Tabla 8. Cuadro de frecuencia con la que se integra nuevos métodos o herramientas tecnológicas

Frecuencia con la que se integra nuevos métodos o herramientas tecnológicas		
	Frecuencia	(%)
Cada semestre	10	48
Una vez al año	2,0	9,0
Raramente	8,0	38
Nunca	1,0	5,0
	21	100

Figura 7. Frecuencia con la que se integra nuevos métodos o herramientas tecnológicas



Interpretación pregunta 7.

Al impartir el curso de operaciones unitarias, los docentes muestran diferentes ritmos para la incorporación de nuevos métodos o herramientas tecnológicas. Concretamente el 48 %,

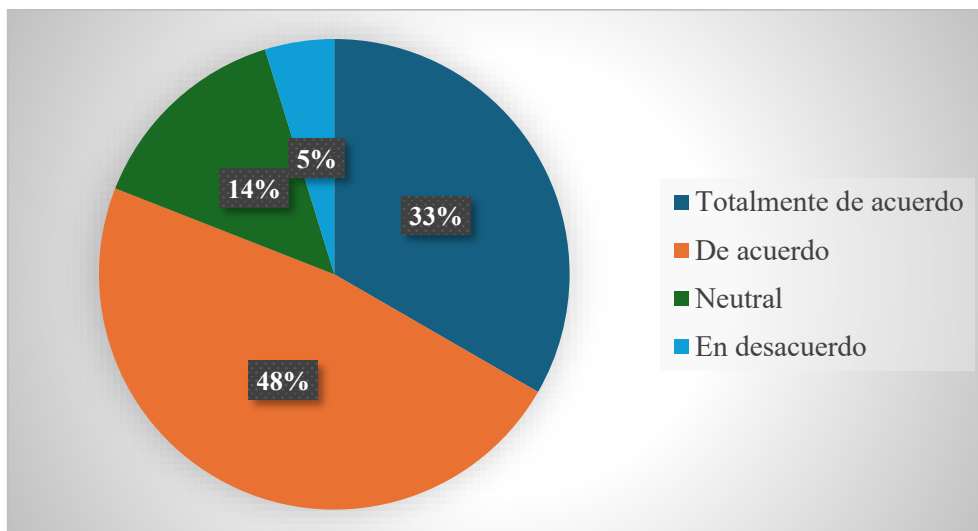
renueva sus recursos cada semestre, esto evidencia un esfuerzo firme por mantenerse al día con las innovaciones y mejorar la experiencia educativa. Un porcentaje mínimo, el 9 %, prefiere renovar sus estrategias una vez al año, posiblemente coincidiendo con evaluaciones anuales del contenido curricular. No obstante, un 38 % casi no realiza la implementación de nuevas herramientas, y un 5 % acepta no hacerlo nunca, lo cual podría manifestar obstáculos como la falta de acceso a recursos actualizados o cierta resistencia a modificar enfoques ya establecidos. Este contexto resalta la importancia de proveer más apoyo y capacitación para los docentes, permitiéndoles explorar y adoptar métodos innovadores que puedan enriquecer aún más el proceso de aprendizaje de nuestros alumnos.

8. ¿Considera que las simulaciones por software son efectivas para la enseñanza?

Tabla 9. Cuadro de efectividad de las simulaciones por software para la enseñanza

Efectividad de las simulaciones por software para la enseñanza		
	Frecuencia	(%)
Totalmente de acuerdo	7,0	33
De acuerdo	10	48
Neutral	3,0	14
En desacuerdo	1,0	5,0
	21	100

Figura 8. Efectividad de las simulaciones por software para la enseñanza



Interpretación pregunta 8.

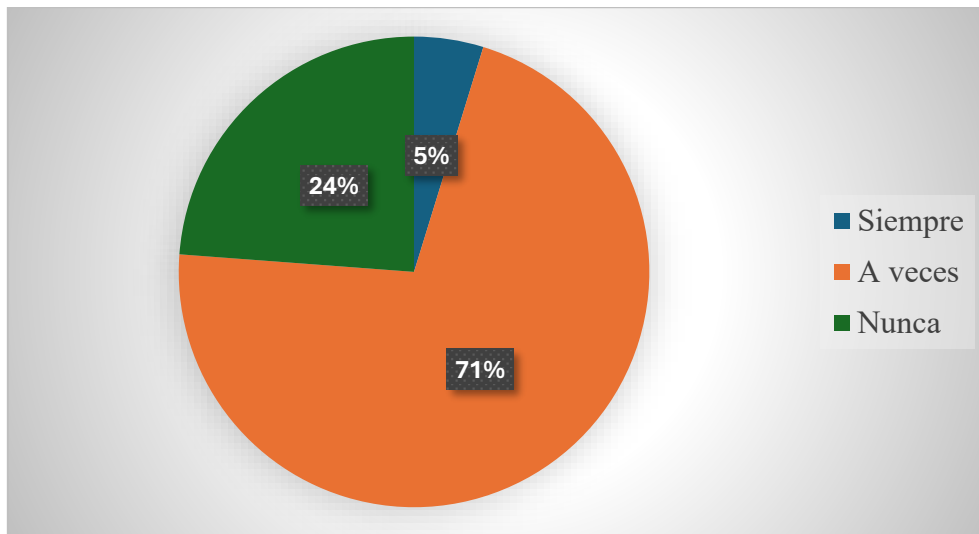
Los resultados obtenidos en la pregunta ocho muestran una fuerte aprobación del uso de simuladores en la enseñanza. Un 33 % de los encuestados están convencidos de la efectividad de los simuladores dentro del aula y un 48 % está de acuerdo, esto evidencia que la mayoría valora de forma positiva las herramientas digitales. Esta aceptación es reflejada en el estudio realizado por Cuevas, Fernández y Parra (2014) colaboradores en la Universidad de Jaén, ellos demostraron que más del 85 % de los estudiantes consideraron las simulaciones de Hysys como herramientas de gran utilidad para su aprendizaje, recalcando su efectividad en la mejora de la comprensión y la práctica de conceptos complejos en ingeniería química (Cuevas, Fernández, & Parra, 2014). Por otro lado, un 14 % de respuestas fueron neutrales, lo que podría indicar la falta de familiaridad con las simulaciones, por último, un pequeño 5 % está en desacuerdo y sugiere mejoras en la implementación de simuladores. Estas evidencias resaltan la necesidad de seguir promoviendo y perfeccionando el uso de simulaciones para enriquecer el aprendizaje en campos técnicos y científicos.

9. ¿Los estudiantes trabajan regularmente con problemas aplicados a la industria?

Tabla 10. Cuadro de práctica de resolución de problemas relacionados con la industria por parte de los estudiantes

Práctica de resolución de problemas relacionados con la industria por parte de los estudiantes		
	Frecuencia	(%)
Siempre	1,0	5,0
A veces	15	71
Nunca	5,0	24
	21	100

Figura 9. Resolución de ejercicios aplicados a la industria



Interpretación pregunta 9.

El análisis de la frecuencia con la que se utiliza la resolución de problemas relacionados con la industria por parte de los docentes indica que solo el 5 % de ellos siempre trabaja con esta clase de problemas, mientras que el 71 % lo hace a veces, y un 24 % nunca involucra tales actividades. Esta distribución sugiere que, aunque la mayoría de los estudiantes tiene alguna exposición a problemas industriales reales, la frecuencia con la que se enfrentan los estudiantes a estos problemas varía considerablemente. Según (Vega, Portillo, Cano, & Navarrete, 2014), la utilización del aprendizaje basado en problemas como método pedagógico en una asignatura experimental incrementa la motivación y competencia del alumnado al enfrentarse a retos prácticos reales, lo cual es crucial para su desarrollo profesional.

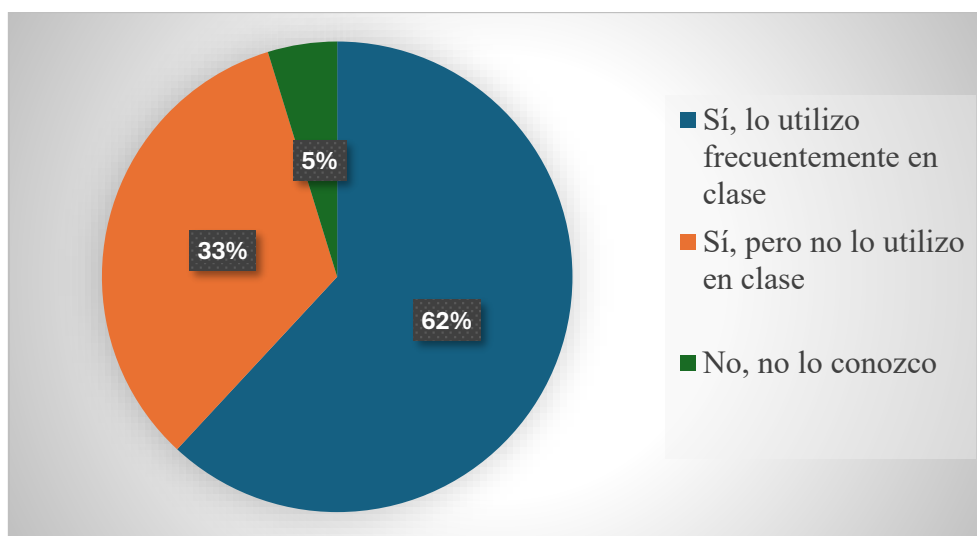
En conclusión, los descubrimientos resaltan la importancia de garantizar que todos los estudiantes se involucren regularmente en la resolución de problemas aplicados a la vida real dentro de una industria, esto sería un punto importante de mejora en su preparación para enfrentar los desafíos tras su graduación.

10. ¿Conoce el software ASPEN HYSYS?

Tabla 11. Cuadro de conocimiento sobre el software ASPEN HYSYS

Conocimiento sobre el software ASPEN HYSYS		
	Frecuencia	(%)
Sí, lo utilizo frecuentemente en clase	13	63
Sí, pero no lo utilizo en clase	7,0	33
No, no lo conozco	1,0	5,0
	21	100

Figura 10. Conocimiento sobre el software ASPEN HYSYS



Interpretación pregunta 10.

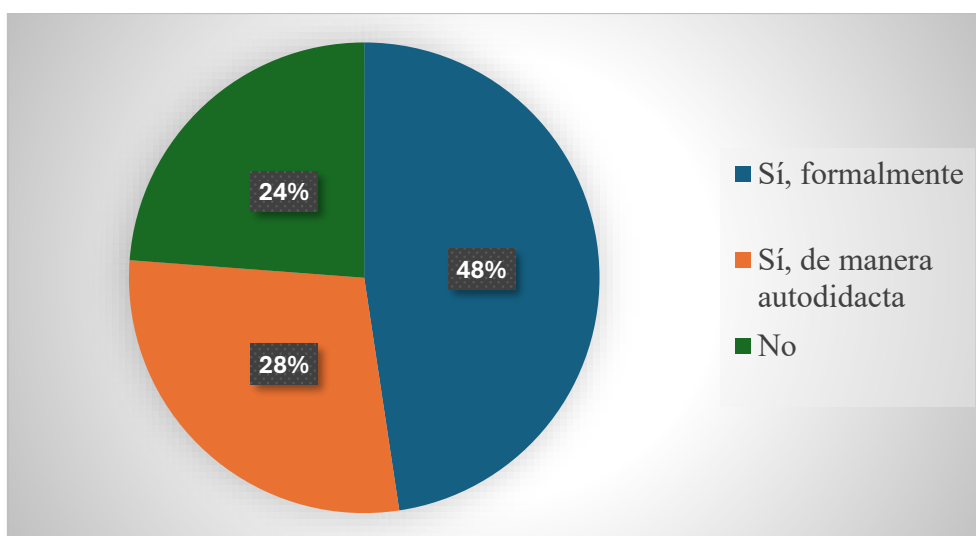
Con un 63 % la mayoría de los docentes afirman utilizar frecuentemente el software ASPEN HYSYS en sus clases, lo que indica una incorporación significativa de esta herramienta en el currículo. Un 33 % tiene conocimiento sobre el software, pero no lo utiliza en el contexto de clase, por lo que podría sugerir que su conocimiento proviene de otras experiencias o aplicaciones fuera del aula. Solo un 5 % de los participantes no conoce el software, destacando la prevalencia de ASPEN HYSYS como un recurso educativo en el campo de la ingeniería química.

11. ¿Ha recibido formación o capacitación específica en el uso de ASPEN HYSYS?

Tabla 12. Cuadro de formación o capacitación en el uso de ASPEN HYSYS

Formación o capacitación en el uso de ASPEN HYSYS		
	Frecuencia	(%)
Sí, formalmente	10	48
Sí, de manera autodidacta	6,0	28
No	5,0	24
	21	100

Figura 11. Formación o capacitación en el uso de ASPEN HYSYS



Interpretación pregunta 11.

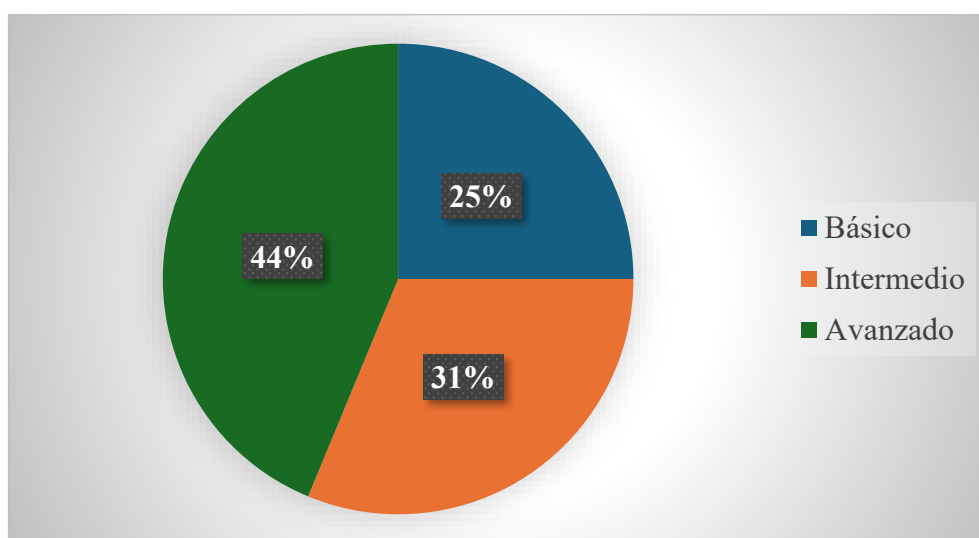
Según los resultados, la capacitación en el uso del software ASPEN HYSYS entre docentes presenta una variabilidad importante. El 48 % de los docentes ha recibido una formación formal, mientras que el 28 % ha accedido al aprendizaje de manera autodidacta y un 24 % no ha recibido capacitación alguna. Esta situación demuestra que, aunque una parte importante de los docentes cuenta con preparación formal para emplear esta herramienta, aún existen brechas significativas que deben ser atendidas para mejorar la calidad de la enseñanza en ingeniería química. Fortalecer la capacitación formal es una necesidad clave para garantizar que los docentes puedan integrar de forma efectiva el software ASPEN HYSYS en sus prácticas pedagógicas, de esta forma se garantizará el desarrollo de competencias profesionales alineadas con las demandas actuales del sector industrial.

12. Si respondió "Sí en la pregunta 11", ¿Qué nivel de manejo considera que tiene?

Tabla 13. Nivel de manejo de ASPEN HYSYS

Nivel de manejo de ASPEN HYSYS		
	Frecuencia	(%)
Básico	4,0	25
Intermedio	5,0	31
Avanzado	7,0	44
	16	100

Figura 12. Nivel de manejo de ASPEN HYSYS



Interpretación pregunta 12.

En los resultados se evidencia que los docentes que han recibido formación o capacitación ya sea de manera formal o autodidacta sobre el software ASPEN HYSYS estiman que tienen un manejo avanzado en una gran parte (44 %). Del mismo modo, un 31 % de ellos cree tener un nivel intermedio y solo el 25 % se autoevalúa con un nivel básico. Esta información destaca la importancia de la formación y la capacitación específicas, ya sea de forma autodidacta o formal. Estos resultados sugieren que los docentes que se toman el tiempo para formarse y capacitarse en el uso de este software fortalecen de forma considerable sus habilidades técnicas.

En conclusión, el análisis de la encuesta demuestra que la mayor parte de los docentes están familiarizados con el software ASPEN HYSYS, esta herramienta es esencial para la enseñanza de operaciones unitarias. No obstante, la variabilidad en el nivel de manejo (básico,

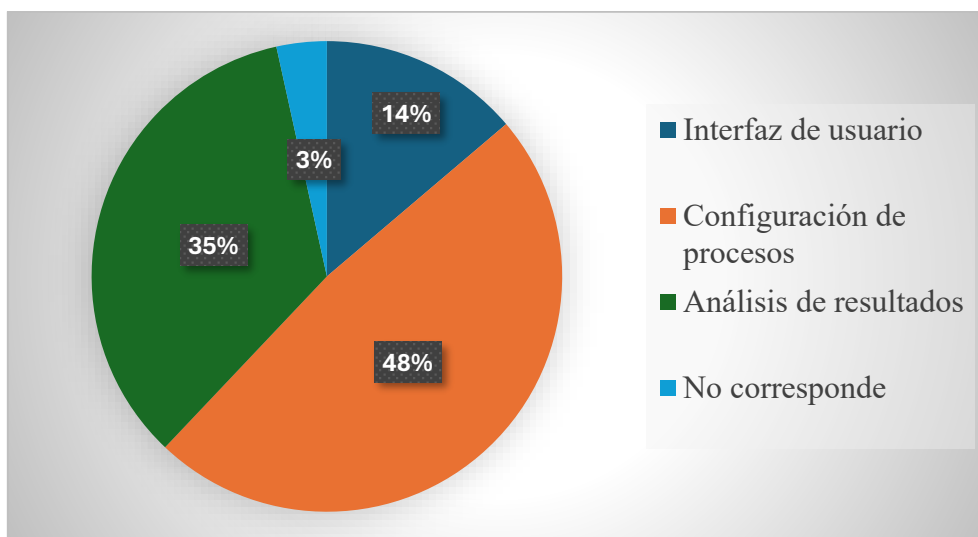
intermedio y avanzado) indica la necesidad de una guía metodológica bien estructurada que pueda ser incorporada en el currículo. Esta guía facilitaría una formación homogénea y profundizaría el conocimiento práctico del software, asegurando que todos los docentes no solo conozcan ASPEN HYSYS, sino que también lo utilicen eficazmente en sus clases.

13. ¿Qué aspectos del software ASPEN HYSYS considera más desafiantes para los estudiantes?

Tabla 14. Aspectos del software ASPEN HYSYS más desafiantes

Aspectos del software ASPEN HYSYS más desafiantes para los estudiantes		
	Frecuencia	(%)
Interfaz de usuario	4,0	14
Configuración de procesos	14	48
Análisis de resultados	10	35
No corresponde	1,0	3,0
	29	100

Figura 13. Aspectos del software ASPEN HYSYS más desafiantes



Interpretación pregunta 13.

Si se relaciona la pregunta con el objetivo de desarrollar una guía metodológica para la enseñanza de operaciones unitarias utilizando ASPEN HYSYS, es importante realizar el análisis de los aspectos más desafiantes del software para detectar áreas críticas que necesitan ser abordadas. La configuración de procesos surge como el aspecto de mayor dificultad para

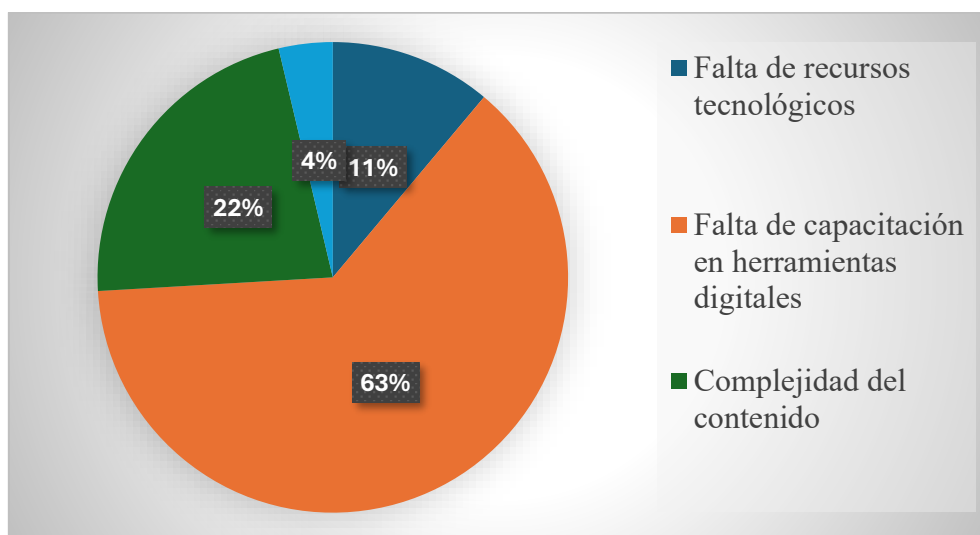
los estudiantes con un 48 %. En este contexto, la guía metodológica debería centrarse de forma significativa en simplificar y clarificar los procedimientos de configuración de procesos dentro del software. El análisis de resultados también es considerado como desafiante por el 35 % de los docentes, indicando la necesidad de incluir en la guía estrategias efectivas para interpretar y utilizar los datos obtenidos. Por último, aunque en menor proporción, la interfaz de usuario sigue representando un desafío, ya que obtuvo un nada despreciable 14 %, lo que implica la inclusión de un componente de familiarización con la interfaz dentro de la guía metodológica. Tomar en cuenta estos tres aspectos servirá para aclarar y simplificar procedimientos clave de ASPEN HYSYS, logrando un aprendizaje más accesible y efectivo.

14. ¿Qué desafíos enfrenta al enseñar operaciones unitarias?

Tabla 15. Cuadro de desafíos de enseñar operaciones unitarias

Desafíos de enseñar operaciones unitarias		
	Frecuencia	(%)
Falta de recursos tecnológicos	3,0	11
Falta de capacitación en herramientas digitales	17	63
Complejidad del contenido	6,0	22
Cantidad de operaciones unitarias que ver en un semestre	1,0	4,0
	28	100

Figura 14. Desafíos de enseñar operaciones unitarias



Interpretación pregunta 14.

Según los datos obtenidos, la falta de capacitación en herramientas digitales se

posiciona como la principal barrera para la enseñanza, con un 63 % de las respuestas, esto resalta la importancia de integrar programas de formación efectivos para mejorar la competencia tecnológica en la enseñanza de operaciones unitarias. No obstante, la complejidad del contenido y la falta de recursos tecnológicos también representan obstáculos significativos, destacándose en un 22 y 11 % respectivamente.

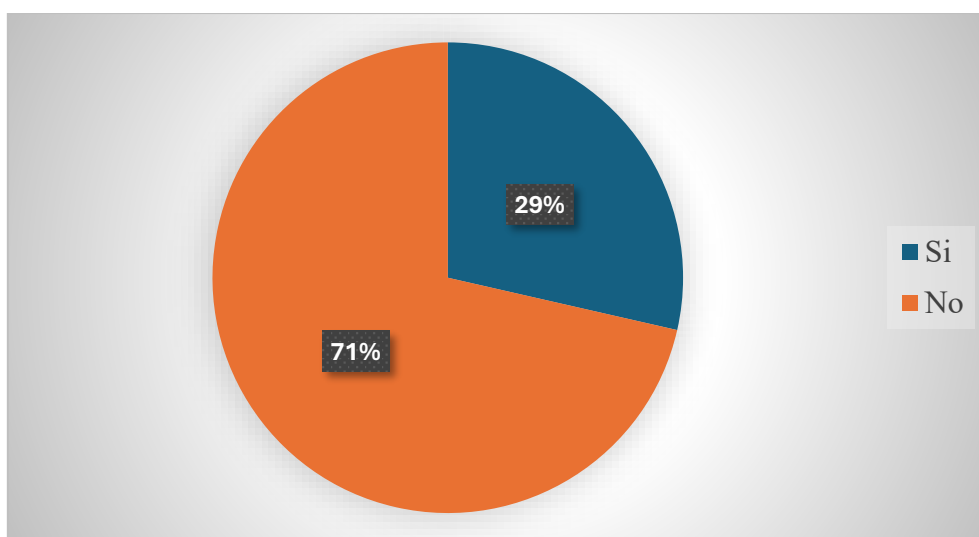
En conclusión, la implementación de una guía metodológica debe enfocarse no solo en la simplificación del contenido para manejar su complejidad, sino también en fortalecer la infraestructura tecnológica y las competencias digitales de los educadores. Esto permitirá a los docentes utilizar de manera más eficaz las herramientas digitales en su enseñanza, asegurando de esta forma un aprendizaje más integral y profundo.

15. ¿Considera que los recursos didácticos disponibles en tu institución son suficientes para enseñar operaciones unitarias?

Tabla 16. Cuadro de existencia de recursos didácticos para enseñar operaciones unitarias

Los recursos didácticos disponibles son suficientes para enseñar operaciones unitarias		
	Frecuencia	(%)
Sí	6,0	29
No	15	71
	21	100

Figura 15. Existencia de recursos didácticos para enseñar operaciones unitarias



Interpretación pregunta 15.

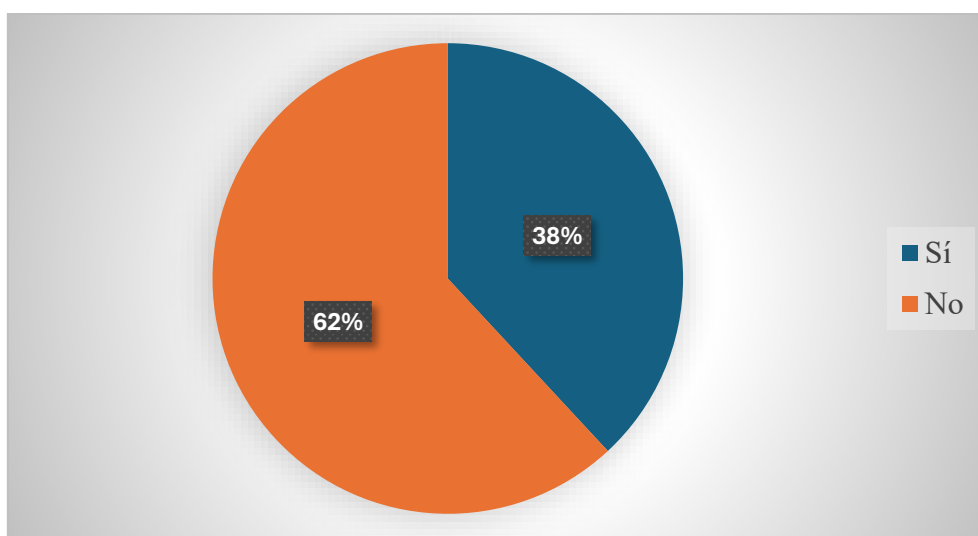
Los resultados revelan que una mayoría significativa del 71 % de los docentes consideran insuficientes los recursos didácticos disponibles para la enseñanza de operaciones unitarias. La creación de una guía metodológica para la enseñanza de operaciones unitarias se presenta como una solución estratégica ante la falta de recursos didácticos adecuados. Esta guía no solo podría brindar información detallada y procedimientos claros para utilizar eficazmente las tecnologías y los conceptos involucrados, sino también ofrecer recomendaciones sobre recursos adicionales y técnicas pedagógicas que mejoren la experiencia de aprendizaje. La integración de esta guía enriquecería los recursos educativos disponibles, asegurando que los docentes estén mejor preparados para ofrecer una enseñanza de alta calidad en este curso.

16. ¿Utiliza guías o manuales preexistentes para enseñar operaciones unitarias?

Tabla 17. Cuadro de utilización de guías para enseñar operaciones unitarias

Utilización de guías preexistentes en la enseñanza de operaciones unitarias		
	Frecuencia	(%)
Sí	8,0	38
No	13	62
	21	100

Figura 16. Utilización de guías preexistentes en la enseñanza de operaciones unitarias



Interpretación pregunta 16.

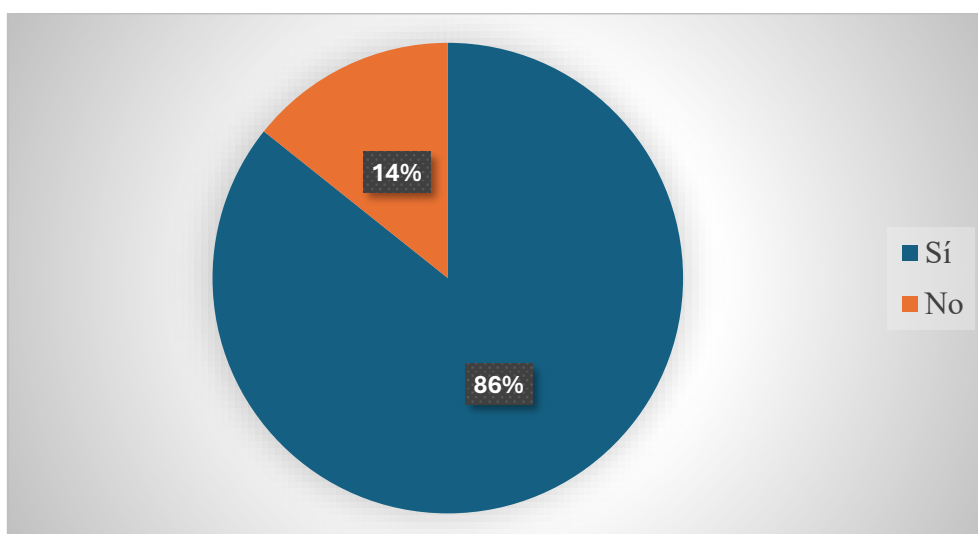
Un 62 % de los docentes no utilizan guías o manuales preexistentes para la enseñanza de operaciones unitarias, mientras que un 38 % sí los emplea. Este contexto sugiere una oportunidad clara para desarrollar y distribuir una guía metodológica estandarizada que pueda ser utilizada por todos los educadores. La falta de uso de guías uniformes puede indicar una variabilidad en los métodos de enseñanza y posiblemente en la calidad de la educación brindada. Una guía metodológica bien diseñada ayudaría a nivelar los procedimientos y enfoques didácticos, asegurando que todos los estudiantes reciban una educación coherente y completa.

17. ¿Cree usted que la falta de recursos didácticos afecta la comprensión de los estudiantes en asignaturas que incluya el tema de operaciones unitarias?

Tabla 18. Cuadro de percepción sobre si la falta de recursos didácticos afecta la comprensión de operaciones unitarias

Percepción sobre si la falta de recursos didácticos afecta la comprensión de operaciones unitarias		
	Frecuencia	(%)
Sí	18	86
No	3,0	14
	21	100

Figura 17. Percepción sobre si la falta de recursos didácticos afecta la comprensión de operaciones unitarias



Interpretación pregunta 17.

La mayor parte de los docentes, un 86 %, cree que la falta de recursos didácticos afecta negativamente la comprensión de los estudiantes en las asignaturas que incluyen el tema de operaciones unitarias. Un 14 % opina que la ausencia de estos recursos no tiene un impacto significativo en la comprensión del estudiante, esto destaca la importancia otorgada por la mayor parte de educadores a tener recursos didácticos adecuados para la enseñanza.

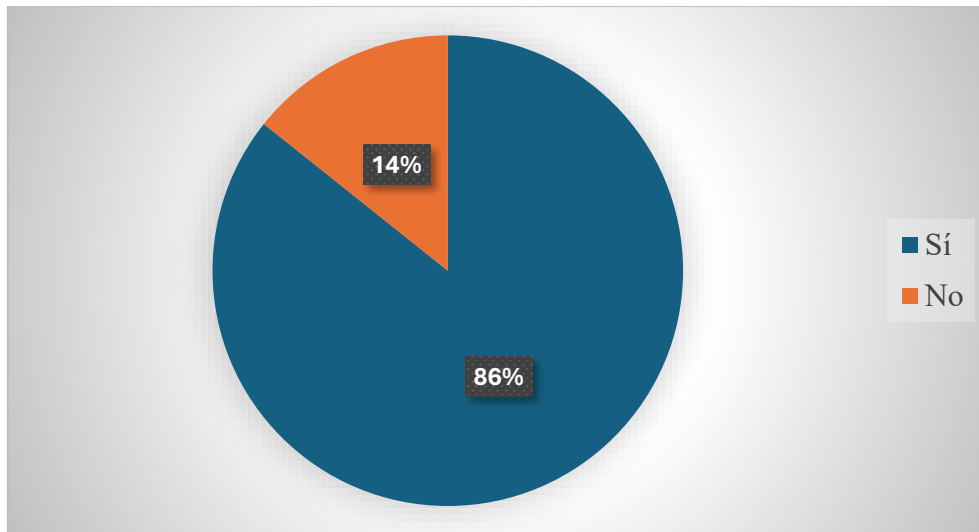
Este análisis subraya la urgencia de enriquecer los recursos didácticos disponibles para la enseñanza de Operaciones Unitarias. Disponer de un entorno educativo bien equipado no solo mejora la comprensión de los conceptos complejos por parte de los estudiantes, sino que también respalda a los docentes en la aplicación de métodos pedagógicos más efectivos. Por ende, se vuelve esencial invertir tiempo en la actualización y mejora de las herramientas educativas, asegurando que los estudiantes logren una comprensión completa y que puedan aplicar en las áreas técnicas y de ingeniería profesionales.

18. ¿Considera necesario contar con una guía metodológica específica para enseñar operaciones unitarias?

Tabla 19. *Cuadro de percepción sobre la necesidad de una guía metodológica para la enseñanza de operaciones unitarias*

Percepción sobre la necesidad de una guía metodológica para la enseñanza de operaciones unitarias		
	Frecuencia	(%)
Sí	18	86
No	3,0	14
	21	100

Figura 18. Necesidad de una guía metodológica para la enseñanza de operaciones unitarias



Interpretación pregunta 18.

Los resultados obtenidos de la encuesta muestran que la mayor parte de los docentes encuestados, con un total del 85,7 %, consideran necesario contar con una guía metodológica para enseñar Operaciones Unitarias. Esto muestra una demanda clara por parte de los educadores de tener herramientas estructuradas y coherentes que los asistan al momento de impartir sus clases de manera efectiva en temas complejos como estos. Solo un 14,3 % de los encuestados no ve la necesidad de tal guía.

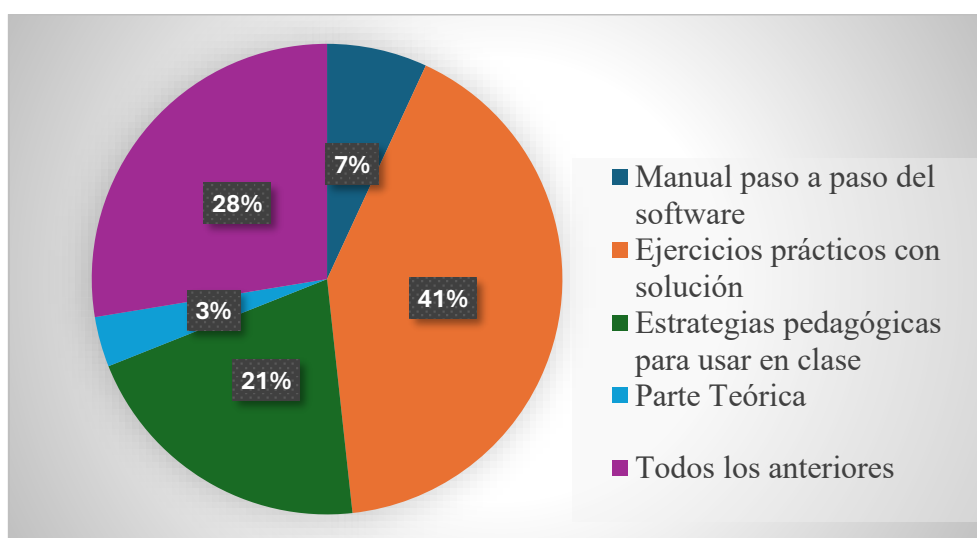
En base a este resultado se puede destacar la importancia de desarrollar y proporcionar una guía metodológica que sea capaz de abordar los desafíos específicos asociados con la enseñanza de Operaciones Unitarias. Tal guía no solo estandarizaría los métodos de enseñanza en diferentes instituciones, sino que también aseguraría que todos los estudiantes reciban una educación de calidad y coherente, independientemente del docente. Así mismo, una guía bien diseñada puede convertirse en un recurso valioso, proporcionando estructuras, ejemplos y enfoques pedagógicos que podrían mejorar de forma significativa el entendimiento y la retención de conocimiento por parte de los estudiantes.

19. ¿Qué recursos cree que deben incluirse en una guía para enseñar operaciones unitarias con ASPEN HYSYS?

Tabla 20. Cuadro de recursos para incluir en una guía metodológica

Recursos sugeridos para incluir en una guía metodológica sobre operaciones unitarias con ASPEN HYSYS		
	Frecuencia	(%)
Manual paso a paso del software	2,0	7,0
Ejercicios prácticos con solución	12	41
Estrategias pedagógicas para usar en clase	6,0	21
Parte Teórica	1,0	3,0
Todos los anteriores	8,0	28
	29	100

Figura 19. Recursos para incluir en una guía metodológica



Interpretación pregunta 19.

Al revisar las preferencias de los docentes sobre los recursos necesarios para incorporar en la guía metodológica que sirva en la enseñanza de Operaciones Unitarias utilizando ASPEN HYSYS, se evidencia la existencia de diversidad en las necesidades educativas. Un 41 % de los docentes encuestados prefieren incluir ejercicios prácticos con soluciones, destacando la necesidad de que los estudiantes no solo aprendan teoría, sino que apliquen sus conocimientos de forma práctica en ejercicios que sirvan para consolidar su aprendizaje. Así también, el 28 % de los docentes considera vital que la guía cubra todos los elementos propuestos, reflejando el deseo de un recurso completo que aborde cada aspecto de la enseñanza de manera exhaustiva. No obstante, un 21 % subraya la importancia de incorporar estrategias pedagógicas, pues estas herramientas son clave para transmitir el contenido de manera efectiva y asegurar que los estudiantes realmente comprendan y retengan lo aprendido. Aunque en menor proporción,

también se reconoce la utilidad de tener un manual paso a paso del software y un componente teórico sólido, visto por el 7 y 3 % de los encuestados, respectivamente. Estos resultados sugieren un enfoque holístico para la formación en operaciones unitarias, donde cada componente, desde el práctico hasta el teórico, juega un papel fundamental en el desarrollo integral del estudiante.

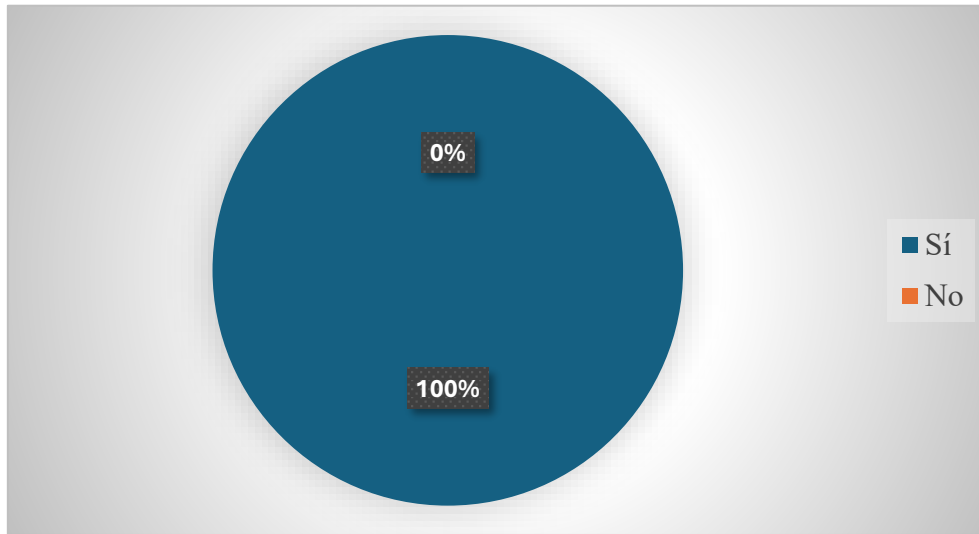
En conclusión, la guía metodológica para la enseñanza de operaciones unitarias con ASPEN HYSYS debe ser exhaustiva y cubrir varios aspectos fundamentales. En donde se debe incluir un manual detallado paso a paso del software para facilitar la familiarización y el uso eficiente de la herramienta por parte de los docentes. Además, debe contener una selección robusta de ejercicios prácticos con soluciones que permitan a los estudiantes aplicar teorías y conceptos en situaciones industriales reales. También es primordial incorporar estrategias pedagógicas que los educadores puedan utilizar para mejorar la entrega del contenido en el aula. Finalmente, una base teórica sólida que permita una comprensión clara de cada una de las operaciones unitarias, y una interpretación correcta de los resultados obtenidos a través de las simulaciones en el software ASPEN HYSYS.

20. ¿Considera útil que la guía ofrezca ejemplos basados en situaciones industriales reales?

Tabla 21. Cuadro de valoración sobre la utilidad de incluir ejemplos industriales reales en una guía metodológica de operaciones unitarias

Valoración sobre la utilidad de incluir ejemplos industriales reales en una guía metodológica de operaciones unitarias		
	Frecuencia	(%)
Sí	21	100
No	0,0	0,0
	21	100

Figura 20. Valoración sobre la utilidad de incluir ejemplos industriales reales en una guía metodológica de operaciones unitarias



Interpretación pregunta 20.

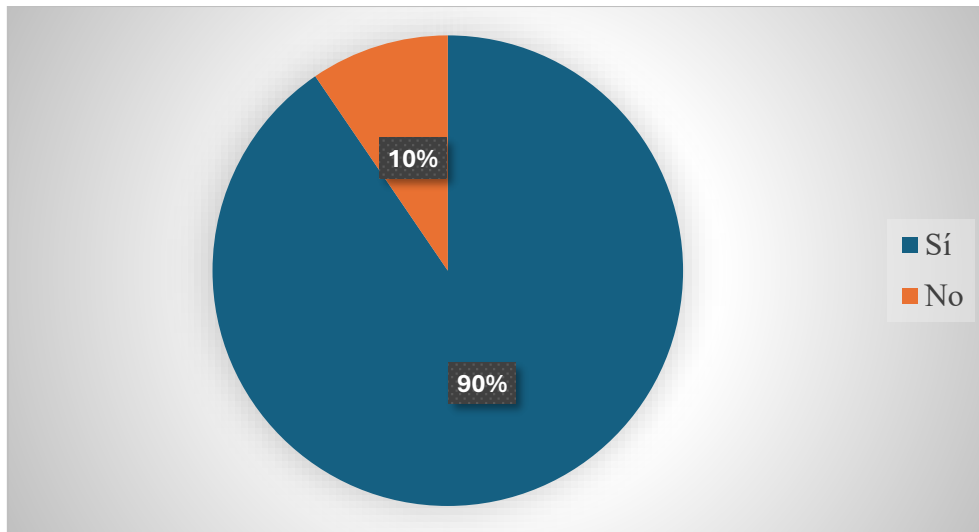
La encuesta muestra un consenso completo respecto a la necesidad de incluir ejemplos basados en situaciones industriales reales en la guía metodológica de operaciones unitarias. Todos los docentes encuestados consideran útil esta inclusión. Ninguno de los participantes se opuso a la idea, lo que indica una fuerte preferencia por un enfoque práctico y contextualizado en la enseñanza de operaciones unitarias, resaltando la importancia de conectar los conceptos teóricos con aplicaciones del mundo real, elevando la relevancia y el entendimiento práctico para los estudiantes.

21. ¿Te gustaría incluir actividades interactivas o digitales como parte de tu enseñanza?

Tabla 22. Cuadro de inclusión de actividades interactivas o digitales en la enseñanza de operaciones unitarias

Opinión sobre la inclusión de actividades interactivas o digitales en la enseñanza de operaciones unitarias		
	Frecuencia	(%)
Sí	19	90
No	2,0	10
	21	100

Figura 21. Opinión sobre la inclusión de actividades interactivas o digitales en la enseñanza de operaciones unitarias



Interpretación pregunta 21.

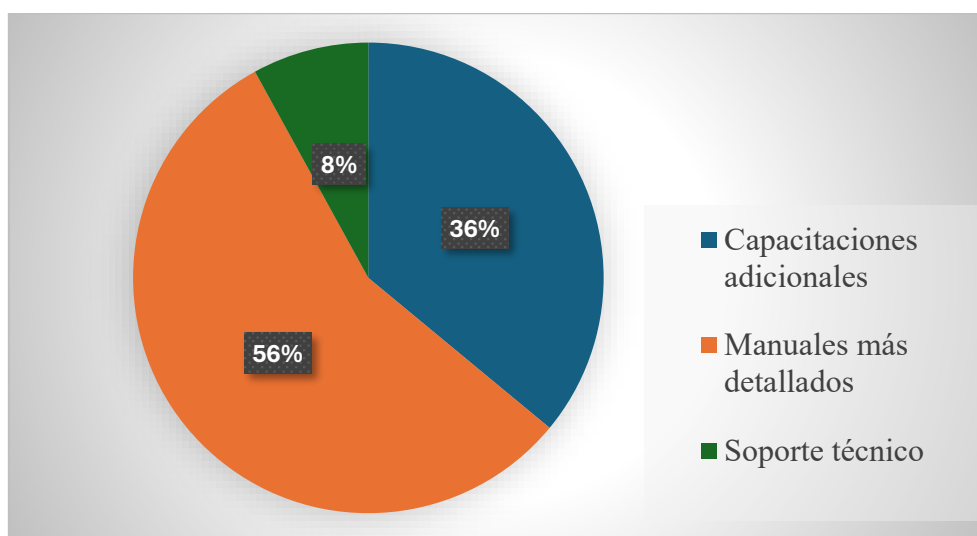
La mayor parte de los docentes encuestados, específicamente el 90 %, expresan interés en que la guía incluya actividades interactivas y digitales en la enseñanza de operaciones unitarias. Por otro lado, un pequeño porcentaje del 10 %, no considera atractiva la inclusión de estos recursos. Este análisis subraya un fuerte interés por parte de los educadores en adoptar métodos de enseñanza más dinámicos y tecnológicamente avanzados que puedan mejorar la participación y la comprensión de los estudiantes en la materia.

22. ¿Qué tipo de apoyo adicional considera necesario para integrar el uso de ASPEN HYSYS en su enseñanza?

Tabla 23. Cuadro de necesidades de apoyo para integrar ASPEN HYSYS en la enseñanza

Necesidades de apoyo para integrar ASPEN HYSYS en la enseñanza de operaciones unitarias		
	Frecuencia	(%)
Capacitaciones adicionales	9,0	36
Manuales más detallados	14	56
Soporte técnico	2,0	8,0
	21	100

Figura 22. Necesidades de apoyo para integrar ASPEN HYSYS



Interpretación pregunta 22.

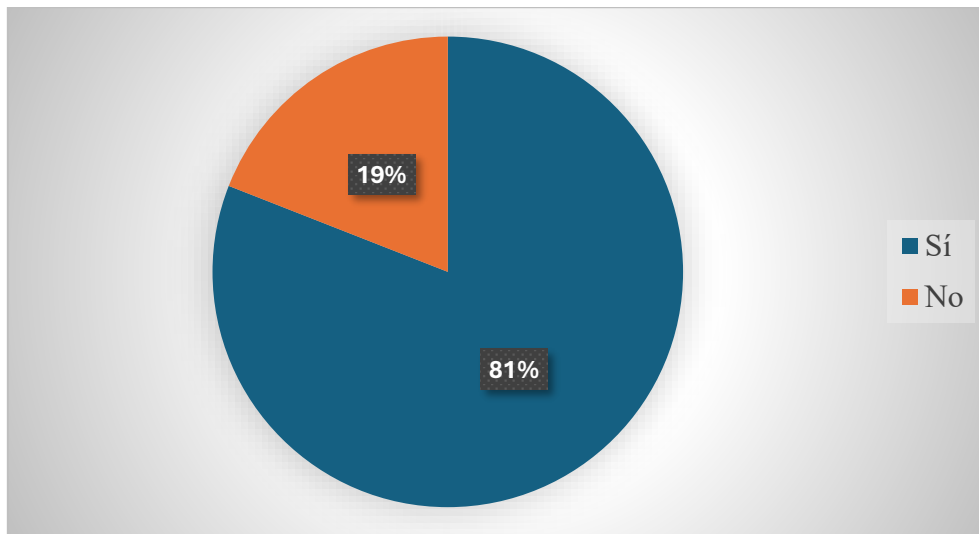
El análisis de las necesidades de apoyo para integrar ASPEN HYSYS en las cátedras de operaciones unitarias muestra la necesidad de proveer a los docentes con recursos detallados y oportunidades de formación continua. Un 56 % de los encuestados requiere manuales detallados para una comprensión absoluta del software, lo que es esencial para que manejen competencias y transmitan efectivamente su uso a los estudiantes. De igual forma, el 36 % requiere de capacitaciones adicionales que permiten actualizar métodos de enseñanza y mantenerse al corriente con tecnologías avanzadas. La baja demanda de soporte técnico sugiere que los principales desafíos no son tanto del aspecto técnico inmediato, sino más bien de una comprensión profunda y una aplicación pedagógica del software.

23. ¿Estaría interesado en participar en talleres o seminarios sobre el uso de ASPEN HYSYS para mejorar su metodología de enseñanza?

Tabla 24. Cuadro de interés en formación sobre ASPEN HYSYS

Interés en participar en talleres o seminarios sobre ASPEN HYSYS para mejorar la metodología de enseñanza		
	Frecuencia	(%)
Sí	17	81
No	4,0	19
	21	100

Figura 23. *Interés en formación sobre ASPEN HYSYS*



Interpretación pregunta 23.

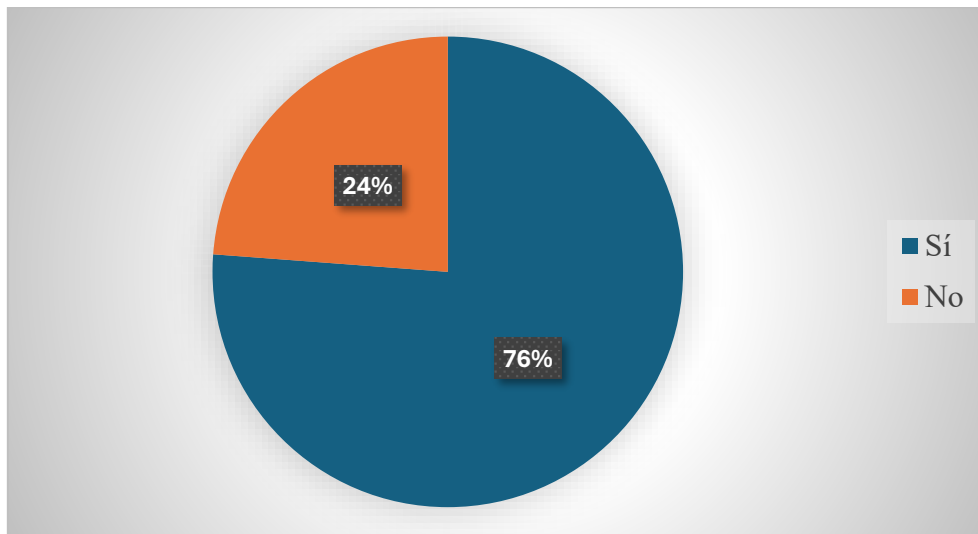
Los resultados de la encuesta realizada a los docentes sobre su disposición para participar en talleres o seminarios dedicados al uso de ASPEN HYSYS, con el objetivo de mejorar sus métodos de enseñanza, determinó que el 81 % tiene interés en participar en dichas actividades formativas, mientras que el 19 % no muestra interés alguno. En este contexto se puede dar una valoración positiva por la mayor parte de los educadores hacia oportunidades de formación que les permitan integrar de manera eficiente esta herramienta de simulación en sus clases.

24. ¿Considera que el uso de ASPEN HYSYS puede mejorar la comprensión de los conceptos de operaciones unitarias por parte de los estudiantes?

Tabla 25. *Cuadro de impacto de ASPEN HYSYS en la comprensión de operaciones unitarias*

Opinión sobre el impacto del uso de ASPEN HYSYS en la comprensión de los conceptos de operaciones unitarias		
	Frecuencia	(%)
Sí	16	76
No	5,0	24
	21	100

Figura 24. *Impacto de ASPEN HYSYS en la comprensión de operaciones unitarias*



Interpretación pregunta 24.

Los datos obtenidos muestran que el 76 %, de los encuestados cree que el uso de ASPEN HYSYS puede mejorar significativamente la comprensión de los conceptos de Operaciones Unitarias por parte de los estudiantes. Esto sugiere que los docentes valoran de forma positiva las capacidades del software para facilitar el aprendizaje teórico y práctico. Sin embargo, el 24 % de los docentes, no están convencidos de que el software aporte mejoras en la comprensión de los conceptos, esto muestra una diversidad en la percepción del impacto educativo del software ASPEN HYSYS en la enseñanza de Operaciones Unitarias.

Análisis de operacionalización de las variables en base a los resultados obtenidos

Objetivo 1.

Para este ítem, la operacionalización se orientó a medir el nivel de experiencia, formación académica y uso de herramientas tecnológicas por parte de los docentes. Los resultados arrojaron que el 48 % de los docentes cuenta con una experiencia superior a 3 años enseñando Operaciones Unitarias, y un 38.1 % supera los 6 años, lo que refleja un cuerpo docente consolidado. Adicionalmente, el 95 % de los encuestados utiliza herramientas tecnológicas y tiene apertura a la adopción de metodologías innovadoras. En términos de formación, el 61.9 % posee una maestría y el 23.8 % un doctorado, mostrando un elevado grado académico, lo cual repercute positivamente en la calidad de la enseñanza.

Objetivo 2.

Para este apartado se busca identificar los indicadores relacionados con métodos de enseñanza, prácticas de laboratorio, uso de simuladores, actualización en metodologías y actividades relacionadas a la industria, los resultados muestran que el 42 % de los docentes utilizan las exposiciones magistrales como primer recurso, el 32 % simulaciones por software y un 26 % prácticas de laboratorio. Además, el 62 % de los docentes emplea proyectos grupales y simulaciones, lo cual demuestra apertura a metodologías activas, aunque existen barreras debido a falta de recursos o capacitación. El 81 % valora de forma positiva el impacto de las simulaciones, y el 71 % admite que los recursos didácticos existentes no son suficientes. Se demuestra así una necesidad significativa por materiales actualizados, manuales, guías didácticas estructuradas, y formación continua en metodologías activas y uso de software especializado como ASPEN HYSYS.

Objetivo 3.

Para abordar este objetivo, se indago sobre el nivel de conocimiento, percepción y aceptación de ASPEN HYSYS, así como sobre las necesidades de recursos y expectativas pedagógicas. El 63% de los docentes utiliza ya ASPEN HYSYS de forma regular, pero solo el 44% dice tener un manejo avanzado. La principal dificultad identificada en la utilización de este recurso es la configuración de procesos (48 %), seguida del análisis de resultados (35 %). La mayor parte manifiesta estar de acuerdo (76 %) en que el uso de ASPEN HYSYS mejora la comprensión de los conceptos, y el 96 % respalda la creación de una guía que incluya manuales detallados, ejercicios prácticos, ejemplos de la industria y estrategias de evaluación que estén alineadas con los retos profesionales actuales. El 81 % de los docentes expresa interés en participar en talleres de capacitación, destacando la importancia de la actualización permanente.

Discusión

El análisis de los resultados obtenidos sobre la enseñanza de operaciones unitarias en la carrera de Petroquímica refleja que, si bien cuentan con un cuerpo docente altamente calificado y con significativa experiencia, hay áreas que requieren atención para optimizar el proceso de enseñanza-aprendizaje. La mayoría de los docentes posee títulos de maestría y

doctorado, lo que garantiza una base sólida en fundamentos teóricos y en el desarrollo de habilidades investigativas. No obstante, persisten retos relacionados con la disponibilidad y uso de recursos tecnológicos avanzados y la integración de metodologías activas e innovadoras que motiven el aprendizaje de los estudiantes.

Aunque la adopción de herramientas tecnológicas es alta, una parte considerable de los docentes aún encuentra dificultades en el manejo eficiente del software ASPEN HYSYS, especialmente en aspectos como la configuración de procesos y el análisis de resultados. Esta situación refleja la necesidad de fortalecer las oportunidades de capacitación y de proveer materiales didácticos específicos, detallados y actualizados para mejorar la integración de la tecnología en la práctica docente.

Por otro lado, los resultados además muestran una clara disposición de los docentes para la incorporación de metodologías activas, tales como el ABP y las simulaciones. La falta de recursos didácticos y la escasez de manuales o guías metodológicas limita la adopción generalizada de estas estrategias en el aula. Esto se traduce en la necesidad de crear e implementar una guía metodológica estructurada, dinámica y contextualizada que permita a los docentes estandarizar y enriquecer las prácticas educativas, garantizando así una mejor experiencia dentro y fuera del aula para los docentes y estudiantes.

Por último, los docentes respaldaron la creación de una guía metodológica con enfoque práctico y vinculada con contextos industriales reales. La alta aceptación de este recurso sugiere que su implementación contribuiría significativamente a la homogenización de las experiencias educativas, el desarrollo de competencias técnicas y la mejora de los resultados de aprendizaje.

En conclusión, los resultados obtenidos muestran la necesidad de fortalecer el proceso formativo de los docentes mediante la inversión en recursos didácticos adecuados, oportunidades de capacitación y apoyo continuo. De igual forma, se vuelve primordial renovar las estrategias pedagógicas e incorporar tecnologías que respondan a los retos actuales del ámbito profesional. Todo esto permitirá una formación más pertinente y alineada a las demandas de la industria y de la educación superior actual.

CAPITULO V

PRESENTACIÓN DE LA PROPUESTA

5.1. Definición y denominación de la propuesta

Creación de una guía metodológica para mejorar la enseñanza y comprensión de operaciones unitarias, mediante la integración del software Aspen Hysys.

5.2. Justificación de la propuesta

Los contenidos relacionados con operaciones unitarias se abordan por lo general de forma fragmentada y tradicional, limitándose a las exposiciones magistrales y a la resolución de ejercicios rutinarios que dificultan conseguir un aprendizaje significativo y una comprensión de los procesos industriales. La relación de los conceptos con situaciones reales del entorno profesional es poco abordada con los actuales métodos de enseñanza. Además, la escasa incorporación de herramientas digitales actualizadas en el currículo acentúa la brecha entre la formación académica y las competencias que son demandadas actualmente en las industrias (Mendoza, Martinez, & Realpe, 2020).

Las metodologías activas como el trabajo colaborativo y la resolución de problemas han demostrado potenciar habilidades fundamentales para los estudiantes de áreas técnicas, tales como el pensamiento analítico, la creatividad y la capacidad para resolver situaciones con un alto grado de complejidad. La incorporación de softwares como Aspen Hysys en la enseñanza de operaciones unitarias brinda a los estudiantes la oportunidad de modelar y analizar una amplia gama de escenarios de procesos químicos, con ejemplos concretos y simulaciones cercanas a la realidad. Esta integración no solo aporta a fortalecer los conocimientos técnicos, sino también a promover el desarrollo de destrezas digitales y fomentar una participación más activa, mejorando así la motivación en el aula (Cuevas, Fernández, & Parra, 2014).

5.3. Objetivo general

Mejorar el aprendizaje significativo, el análisis crítico y el desarrollo de habilidades de investigación en estudiantes, mediante el diseño de una guía metodológica sobre operaciones

unitarias, empleando el software Aspen Hysys.

Objetivos específicos

1. Familiarizar a los docentes con los conceptos fundamentales de operaciones unitarias.
2. Desarrollar habilidades prácticas en el uso de Aspen Hysys para la simulación de procesos industriales.
3. Promover la aplicación del conocimiento teórico en proyectos prácticos y simulaciones de procesos reales que estimulen el pensamiento crítico.
4. Motivar al docente en el uso de metodologías como ABP y trabajo colaborativo.
5. Fomentar la implementación de rúbricas para asegurar una evaluación formativa y transparente en la enseñanza.

5.3. Temporización de la propuesta

La propuesta de esta guía metodológica y sus actividades están encaminadas para ser desarrolladas a lo largo del semestre de la asignatura de operaciones unitarias.

5.4. Beneficiarios de la propuesta

La principal población beneficiaria de esta propuesta son los docentes encargados de impartir la asignatura de operaciones unitarias en las carreras de Ingeniería Química, Ingeniería Petroquímica, y ramas afines. Al disponer de una guía metodológica actualizada y estructurada, los docentes podrán enriquecer sus clases, incorporar tecnologías educativas y aplicar metodologías innovadoras que impulsen el aprendizaje activo y el desarrollo de competencias técnicas relevantes para el entorno laboral. De igual manera, los estudiantes universitarios de estas carreras resultarán beneficiados, ya que podrán acceder a una enseñanza más dinámica, conectada con situaciones reales de la industria y apoyada en simulaciones mediante el software Aspen Hysys. Esto les permitirá comprender mejor los procesos industriales, fortalecer habilidades analíticas y tecnológicas, así como prepararse de manera más integral para su futuro profesional.

5.5. Guía didáctica

La propuesta titulada guía metodológica para la enseñanza de operaciones unitarias incorporando Aspen Hysys, tiene como fin un proceso de enseñanza y aprendizaje para el desarrollo de habilidades en la malla curricular planteada para los estudiantes de sexto semestre de Petroquímica.

5.6. Software Aspen Hysys

Aspen HYSYS es una herramienta frecuentemente utilizada como apoyo didáctico, permite a los estudiantes simular procesos industriales, analizar el comportamiento de varias operaciones unitarias y entender el funcionamiento de distintos equipos dentro de una planta química. Se recomienda utilizarlo en los niveles universitarios de formación en Ingeniería Química y ramas afines, debido a que puede incorporarse en asignaturas como operaciones unitarias, simulación de procesos y diseño de plantas. El uso de este software promueve el aprendizaje práctico y la experimentación, facilitando la comprensión de conceptos complejos y el desarrollo de habilidades profesionales en el ámbito industrial profesional.

5.7. Características de la guía con el diseño del aprendizaje basado en problemas

Partiendo del análisis de los resultados obtenidos en la aplicación de la encuesta, se determinaron los principales temas que compondrán la guía metodológica. Esta guía incorpora el uso de Aspen Hysys como herramienta central para abordar contenidos de operaciones unitarias, e incluye actividades orientadas a la resolución de situaciones reales del ámbito industrial. La estructura de la guía tiene un enfoque de ABP, lo cual permite a los estudiantes trabajar activamente en la identificación y solución de problemas concretos, fortaleciendo el desarrollo de habilidades analíticas y la aplicación práctica de los conocimientos adquiridos.

5.7.1. Título

El título de la guía se basa en el contenido y en los elementos primordiales que la conforman, tales como la utilización del software Aspen Hysys, el estudio de operaciones unitarias y el análisis de procesos industriales. Por tal razón, la guía recibe el nombre de: “Desafíos Industriales: enseñanza práctica de operaciones unitarias con Aspen Hysys”.

5.7.2. *Introducción*

La introducción orienta al docente sobre la forma correcta de implementar la guía. Asimismo, establece una conexión entre los conocimientos previos de los estudiantes y los nuevos contenidos que se abordarán, facilitando así una transición coherente y progresiva a lo largo de la unidad de aprendizaje.

5.7.3. *Descripción del contenido*

La guía metodológica desarrolla de manera estructurada los conocimientos y competencias que se espera promover en los estudiantes a través del uso del software Aspen HYSYS y del enfoque de ABP. El contenido se organiza en torno a conceptos fundamentales de las operaciones unitarias y la simulación de procesos industriales. Asimismo, se proponen actividades orientadas a que los estudiantes demuestren pensamiento lógico, habilidades de investigación, capacidad de comprensión y análisis de resultados. Por último, se incorpora orientaciones para la evaluación del aprendizaje mediante instrumentos adecuados, criterios claros y rúbricas específicas.

5.7.4. *Objetivos de aprendizaje*

Los objetivos de enseñanza están ligados con la malla curricular más actual de la materia de operaciones unitarias de la carrera de Petroquímica.

5.8. Desarrollo de la guía metodológica

Tema: Desafíos Industriales: enseñanza práctica de operaciones unitarias con Aspen HYSYS
Área académica: Petroquímica Asignatura: Operaciones Unitarias Duración: 6 sesiones de clase de 2 horas cada sesión
Introducción: Esta guía metodológica ofrece al docente herramientas prácticas y actuales para la enseñanza de operaciones unitarias, incorporando el uso de Aspen HYSYS y recursos didácticos como el aprendizaje basado en problemas, todos orientados a la formación universitaria. A lo largo de la guía se desarrollan los temas: destilación, extracción-lixiviación, adsorción y absorción, secado y evaporación, el fin es brindar una

experiencia de aprendizaje dinámica y alineada con las necesidades de la industria y de la carrera de Petroquímica.

Objetivos

- Comprender los fundamentos teóricos de cada una de las operaciones unitarias.
- Reconocer y utilizar correctamente los iconos correspondientes a las operaciones unitarias en el software Aspen Hysys.
- Realizar simulaciones de procesos industriales que involucren una o varias operaciones unitarias mediante Aspen Hysys.
- Analizar e interpretar los resultados obtenidos de las simulaciones de manera clara y precisa.
- Evaluar el aprendizaje de los estudiantes a través de criterios que reflejen su dominio de los conceptos y habilidades desarrolladas.

Requisitos

- Formación en Ingeniería Química, Petroquímica o áreas afines.
- Conocimientos fundamentales de operaciones unitarias.
- Manejo básico del software Aspen Hysys.
- Habilidad para guiar a los estudiantes en el uso de herramientas digitales.

Recursos

- Computadoras disponibles para docentes y estudiantes.
- Conexión estable a internet (recomendado para consultas).

DESARROLLO DEL PROYECTO

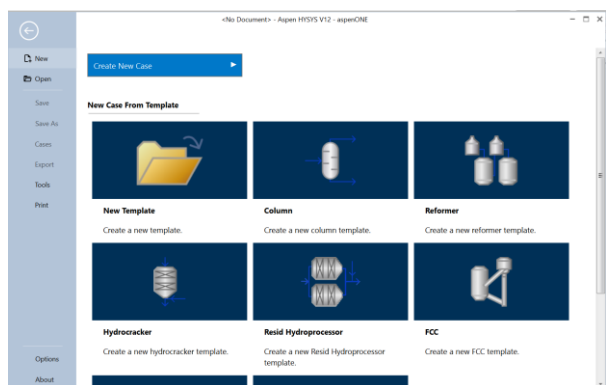
1. Introducción a Aspen HYSYS

Interfaz General del programa

Al abrir Aspen Hysys se mostrará la pantalla de inicio con opciones:

- New
- Open
- Recent Cases

En esta pantalla, el usuario tiene la opción de crear un nuevo caso o abrir uno previamente guardado.



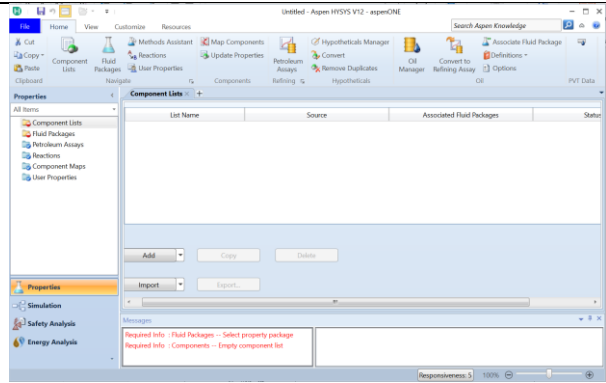
Componentes y paquete termodinámico

- Component Lists

Se añaden los compuestos que se utilizarán más adelante en la simulación.

- Fluid Packages

Se añade el paquete termodinámico que registrará la simulación. Es importante realizar un análisis previo del sistema para elegir el modelo más adecuado.



Entorno de Simulación (Simulation)

Una vez en el entorno de simulación (flowsheet), se puede comenzar a construir el proceso.

- Streams:

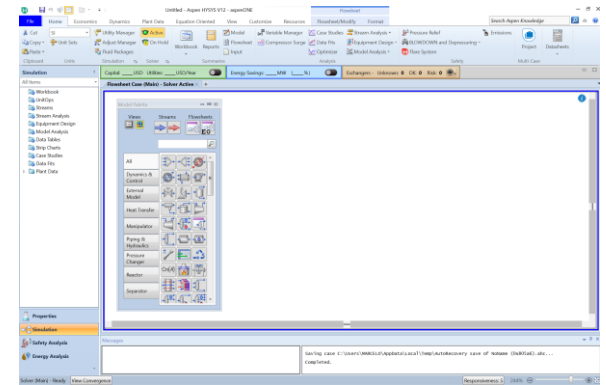
Líneas azules (líquido), rojas (vapor), negras (mixtas).

- Paleta de unidades:

Se podrá encontrar operaciones como, mezclador, calentador, válvula, separador, compresor, columna de destilación, etc.

- Ficha Workbook:

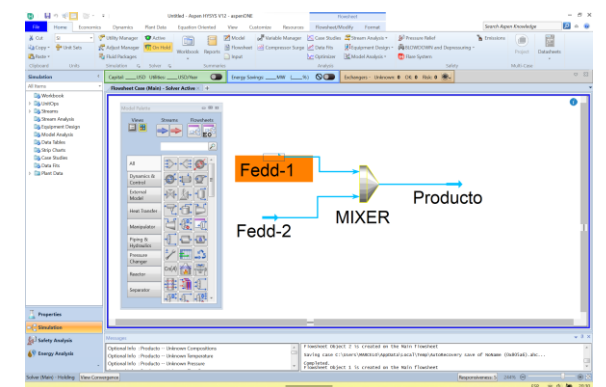
Permite un acceso rápido a todas las propiedades y resultados de corrientes y operaciones.



Construcción de un Flujo Sencillo

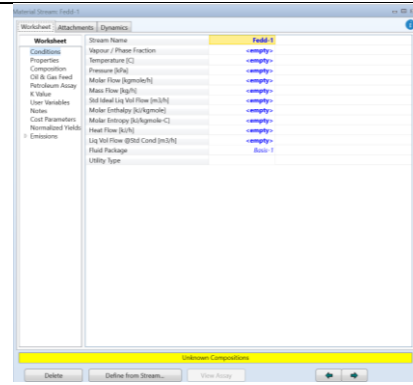
Ejemplo: Mezcla de dos corrientes de metano

1. Arrastrar la unidad "Mixer" al área de trabajo.
2. Añadir corrientes de entrada:
 - Herramienta Stream, clic en Mixer y crear dos corrientes: Feed-1, Feed-2.
 - Conectar salida del mixer a una corriente "Producto".



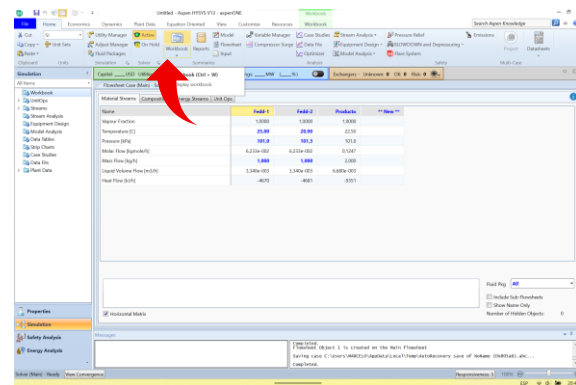
Especificar condiciones:

- Clic en cada corriente: ingresar presión, temperatura, flujo másico o molar y composición.
- El mezclador se cerrará automáticamente si la información es suficiente.



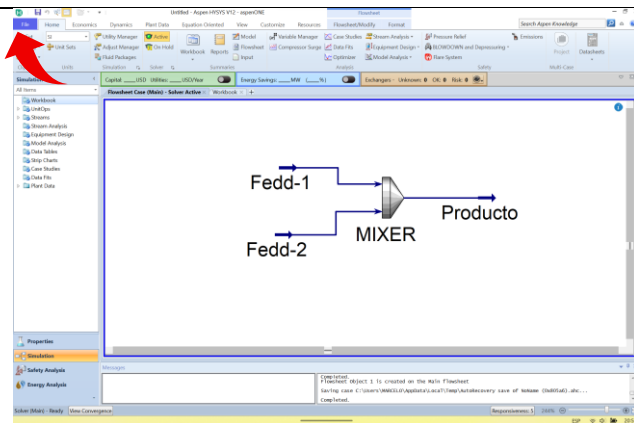
Visualización de Resultados

Para revisar condiciones de las corrientes se da clic en la corriente, se abre una ventana donde puedes ver las propiedades como temperatura, presión, composición, etc. También puedes acceder a todos los resultados desde la pestaña home, se selecciona la opción workbook, se despliega las pestañas para corrientes y operaciones.



Guardar el Proyecto

Para guardar el proyecto, se utiliza la pestaña File, se selecciona la opción save o save As. El archivo se almacena con la extensión. hsc.



2. Unidad I destilación

Temas:

- Introducción
- Equilibrio liquido vapor
- Destilación flash
- Diseño de torres de destilación
- Introducción a la destilación multicomponente
- Cálculo de relación de reflujo, número de platos

Tiempo:

La actividad se divide en tres etapas, las cuales se desarrollarán durante tres clases de dos horas cada una. Estas sesiones se llevarán a cabo a lo largo de la Unidad I, realizando una etapa por clase y conforme se desarrolle los temas.

Escenario ABP – Proyecto de Simulación

Separación de ciclohexano-tolueno: un desafío real de ingeniería

Imaginen esto:

Una planta de producción de solventes finos está enfrentando un problema técnico. Uno de sus productos clave, una mezcla de ciclohexano y tolueno no está alcanzando la pureza exigida por el cliente internacional. La línea de exportación corre peligro, y el equipo de ingeniería debe actuar de inmediato. Ustedes forman parte del equipo técnico recién contratado. Aunque no tienen años de experiencia, tienen lo más valioso en este momento: la habilidad para simular, analizar y diseñar procesos mediante Aspen HYSYS.

Se les ha encomendado una tarea crucial:

- Analizar si la mezcla se puede separar de manera eficiente.
- Simular el comportamiento del sistema bajo distintas condiciones.
- Proponer un diseño de columna de destilación que asegure pureza, bajo consumo energético y operación estable.

No es solo una práctica de clase. Es una simulación de una situación real en la industria, donde tus decisiones tienen impacto técnico, económico y ambiental.

¿Están listos para asumir el rol de petroquímicos y dar la solución?

En equipo, deberán trabajar en cada etapa: desde el análisis de equilibrio líquido-vapor, hasta el diseño y optimización de una columna de destilación.

Objetivos de aprendizaje

- Comprender el comportamiento de mezclas binarias en equilibrio líquido-vapor.
- Simular procesos de separación en columnas de destilación usando Aspen HYSYS.
- Aplicar criterios de diseño técnico y termodinámico.
- Optimizar procesos con base en consumo energético y pureza de productos.

Modalidad de trabajo

El desarrollo de esta actividad se realizará en grupos de trabajo, conformados preferentemente por 3 o máximo 4 estudiantes.

Nota

Esta decisión no es arbitraria: está demostrado que trabajar en equipo permite potenciar el aprendizaje a través del intercambio de ideas, el debate técnico y la construcción colectiva de soluciones. La simulación de procesos en Aspen HYSYS implica no solo conocimientos técnicos, sino también toma de decisiones, análisis crítico y habilidades de comunicación, competencias que se fortalecen al trabajar colaborativamente. Además, esta metodología busca simular entornos reales de la industria, el rol de cada estudiante será fundamental para el éxito del proyecto.

Sesión 1 (Análisis de equilibrio líquido-vapor)

Instrucciones:

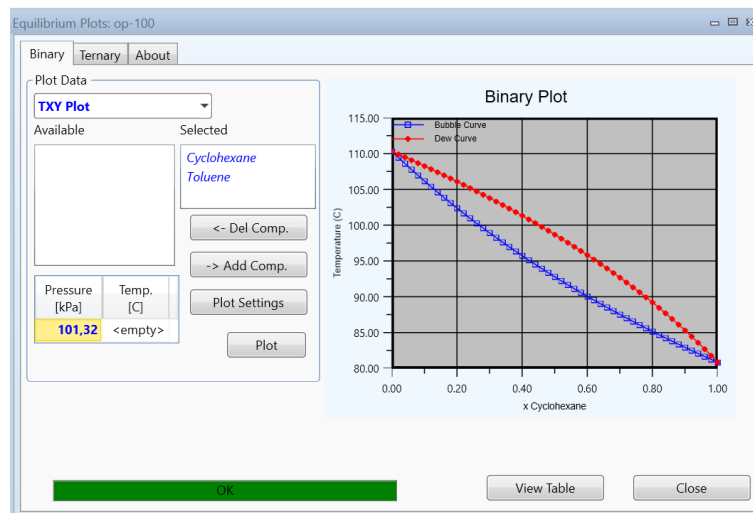
- Cargar componentes: ciclohexano y tolueno
- Seleccionar paquete termodinámico: Peng–Robinson
- Realizar la gráfica de equilibrio con el componente equilibrium plots
- Insertar módulo Flash Drum
- Observar distribución de fases según condiciones de P y T

Condiciones de la corriente de entrada:

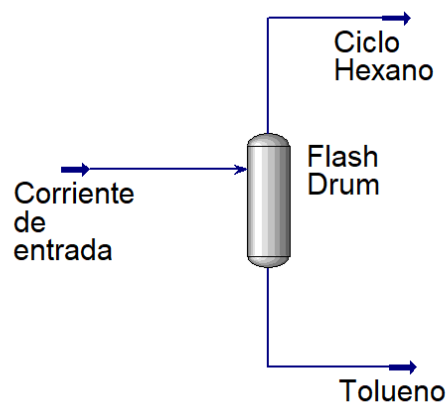
Parámetro	Valor sugerido
Temperatura	94 °C
Presión	1 atm
Flujo molar	100 kmol/h
Fracción molar: ciclohexano	0.55
Fracción molar: tolueno	0.45

Producto:

- Gráfico de equilibrio y análisis



- Capturas de la simulación



- Justificación de la selección del paquete termodinámico
- Tabla de condiciones de equilibrio

- Análisis de viabilidad de separación

Name	Corriente de e...	Ciclo Hexano	Tolueno	** New **
Comp Mole Frac (Cyclohexane)	0,5500	0,6590	0,4580	
Comp Mole Frac (Toluene)	0,4500	0,3410	0,5420	

"Solicitar el análisis basado en el cuadro de composiciones obtenido de la simulación del flash drum y en la gráfica de equilibrio."

Sesión 2 – Diseño preliminar con DSTWU

Instrucciones:

1. Insertar columna tipo DSTWU

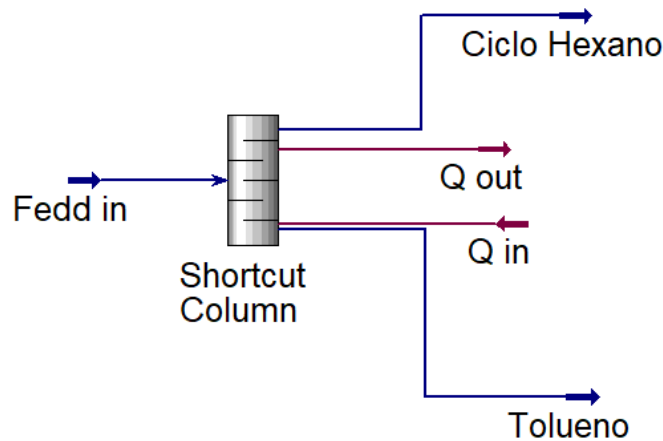
Nota:

Para versiones V12 o superior se debe usar la columna shortcut, esto se debe a que en estas versiones DSTWU solo se puede usar en Aspen Plus, los resultados obtenidos no se verán afectados.

Ve al panel de Operaciones, selecciona Separación y Columna DSTWU o Shortcut.

Conecta la corriente de alimentación (Alimentación).

Define dos corrientes de salida: una corriente de tope (*destilado*) y otra de fondo (*residuos*).



2. Definir condiciones de operación

En la ventana del DSTWU o shortcut, completa lo siguiente:

Parámetro	Valor sugerido
Presión de tope	0,95 atm
Presión de fondo	1 atm

Flujo molar	100 kmol/h
Componente más volátil (Light Key)	Ciclohexano
Componente menos volátil (Heavy Key)	Tolueno
Recuperación deseada del Light Key en el destilado	95%
Recuperación del Heavy Key en el fondo	96%

3. Cálculo del reflujo mínimo y número de platos

Una vez definidos los datos anteriores, HYSYS ejecuta automáticamente el método de diseño secuencial, los parámetros que se van a tomar en cuenta son:

- **Fenske**, nos indica el número mínimo de platos (N_{min}), a reflujo infinito.
- **Underwood**, reflujo mínimo (R_{min}), a platos infinitos.
- **Gilliland**, relación entre número real de platos (N) y reflujo real (R).

Una vez finalizada la simulación, en la pestaña **Performance** se puede observar el número mínimo de platos requerido bajo condiciones de reflujo infinito. Para determinar el reflujo mínimo (R_{min}), es necesario reducir progresivamente el valor del reflujo en la pestaña **Design** hasta alcanzar el límite en el que la simulación aún converge. En ese punto, se observará un número de platos muy elevado, característico de operar con reflujo mínimo.

Solicitar a los estudiantes la elaboración de una tabla que incluya diferentes relaciones de reflujo, desde 1,1 R_{min} hasta 1,7 R_{min} , valores típicos utilizados en el diseño de columnas de destilación. La tabla deberá contener los siguientes parámetros para cada caso:

- Relación de reflujo utilizada
- Número total de platos requeridos
- Etapa óptima de alimentación
- Temperatura en el condensador
- Temperatura en el rehervidor
- Carga térmica del condensador (kJ/h)
- Carga térmica del rehervidor (kJ/h)

Una vez completada la tabla, se debe solicitar a los estudiantes que grafiquen el número total de platos en función de la relación de reflujo, colocando el número de platos en el eje Y y la relación de reflujo en el eje X. Luego, deben comparar la curva obtenida con la predicción teórica de la correlación de Gilliland, utilizando los valores de N_{min} y R_{min} .

Producto

1. Eficiencia de separación

Pregunta orientadora:

¿La columna logra una buena separación entre ciclohexano y tolueno?

Se esperaría que, en una buena separación, el ciclohexano (más volátil) salga mayormente por la cabeza y el tolueno (menos volátil) por el fondo. El estudiante debe evaluar si estos flujos respaldan esa expectativa

(idealmente comparando con composiciones). Para ello se utiliza la función workbook en las pestañas de material streams y compositions, estos resultados permitirán a los estudiantes poder responder esta pregunta.

Name	Fedd in	Ciclo Hexano	Tolueno
Vapour Fraction	0,4577	0,0000	0,0000
Temperature [C]	94,00	79,93	108,2
Pressure [kPa]	101,3	96,26	101,3
Molar Flow [kgmole/h]	100,0	54,95	45,05
Mass Flow [kg/h]	8775	4642	4133
Liquid Volume Flow [m3/h]	10,69	5,911	4,775
Heat Flow [kJ/h]	-5,449e+006	-7,689e+006	8,096e+005

Name	Fedd in	Ciclo Hexano	Tolueno
Comp Mole Frac (Cyclohexane)	0,5500	0,9600	0,0500
Comp Mole Frac (Toluene)	0,4500	0,0400	0,9500

2. Temperaturas características

Pregunta orientadora:

¿Las temperaturas del condensador (80,14 °C) y del rehervidor (108,2 °C) son consistentes con las propiedades de los componentes?

Explicación esperada del estudiante:

- El ciclohexano hierve a ~80 °C y el tolueno a ~108 °C, por lo que estos valores de la columna sí son coherentes con una separación efectiva entre ambos.
- El estudiante debe entender que una diferencia de ~28 °C entre cabeza y fondo es típica para una mezcla binaria con punto de ebullición separado.

3. Número de etapas y eficiencia

Pregunta orientadora:

¿Qué interpretación das al número de etapas? ¿Se está usando una columna eficiente?

Esta respuesta los estudiantes la van a obtener analizando los resultados de la columna shortcut en la pestaña de performance.

Trays	
Minimum Number of Trays	7,123
Actual Number of Trays	14,462
Optimal Feed Stage	6,916

Temperatures	
Condenser [C]	80,14
Reboiler [C]	108,2

Flows	
Rectify Vapour [kgmole/h]	166,667
Rectify Liquid [kgmole/h]	111,111
Stripping Vapour [kgmole/h]	120,892
Stripping Liquid [kgmole/h]	165,337
Condenser Duty [kJ/h]	-5019710,543
Reboiler Duty [kJ/h]	3587929,293

Análisis esperado:

- Se están usando más del doble de las etapas mínimas, esto puede indicar un diseño conservador o una búsqueda de mayor pureza.
- El estudiante debe interpretar que esto mejora la separación, pero también aumenta el costo de capital.
- El número óptimo de la etapa para alimentación es cercano al medio, lo que sugiere un buen diseño de ubicación de la corriente de alimentación.

4. Energía de operación

Pregunta orientadora:

¿Qué dicen los valores de duty del condensador y rehervidor sobre el consumo energético del proceso?

Estos datos se encuentran de igual forma en la pestaña de performance de la columna shortcut.

Reflexión esperada:

- Condensador Duty: -5.02×10^6 kJ/h (negativo, como debe ser, ya que se está retirando calor).
- Reboiler Duty: 3.59×10^6 kJ/h (positivo, energía suministrada).
- El estudiante debe notar que la magnitud del reflujo externo afecta directamente al duty del condensador.

5. Propuesta de mejoras o ajustes

Pregunta reflexiva:

¿Modificarías la relación de reflujo o el número de etapas?, de ser así, explica el por qué.

El estudiante debería poder:

- Justificar si la relación de reflujo actual parece excesiva o insuficiente.

Sesión 3 – Reemplazar la columna DSTWU por RadFrac para la optimización del diseño

Instrucciones:

1. Reemplazar la columna DSTWU por RadFrac

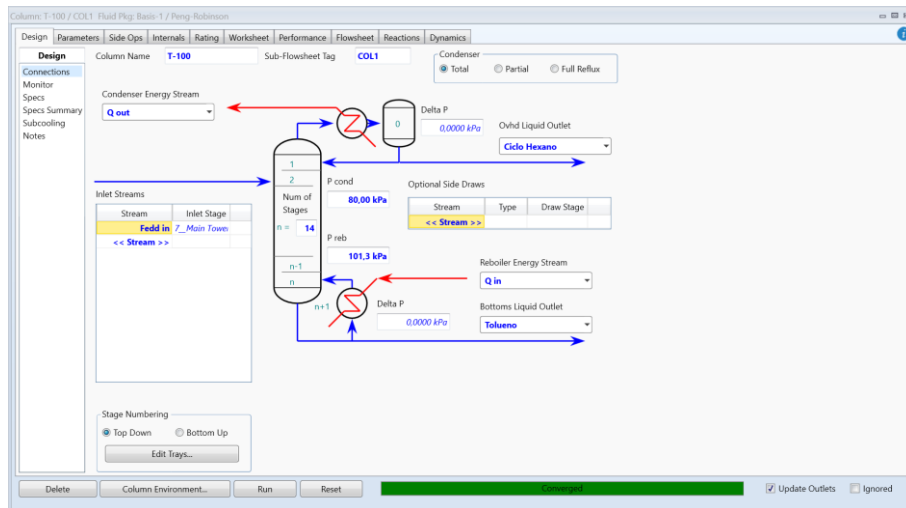
Nota:

Para versiones V12 o superior se debe usar la columna de destilación (Distillation column), esto se debe a que en estas versiones RadFrac solo se puede usar en Aspen Plus, los resultados obtenidos no se verán afectados.

- Inserta una columna RadFrac o Distillation Column desde la sección Separación.
- Conecta la corriente de alimentación y las corrientes de productos (destilado y fondo).

2. Definir parámetros operativos

- Número total de etapas: tomar como referencia el valor estimado en DSTWU.
- Etapa de alimentación: tomar como referencia el valor estimado en DSTWU.
- Presión de tope y fondo: usar el valor base y considerar una caída de presión de 0,0131 atm
- Considerar un flujo de destilado de 55 kmol/h
- Relación de reflujo: comenzar con un valor 1,5 veces el reflujo mínimo estimado en DSTWU, hay que considerar que el reflujo mínimo era de 1,5.



3. Ejecutar la simulación y analizar resultados

Una vez simulada la columna, revisar las siguientes pestañas:

- Perfiles de temperatura: verificar que haya un gradiente térmico coherente desde el rehervidor hasta el condensador.
- Purezas en destilado y fondo: confirmar que se cumplen los objetivos de recuperación (>95%).
- Cargas térmicas: observar energía consumida en el rehervidor (Reboiler Duty) y condensador (Condenser Duty).

4. Optimización del diseño

Explorar diferentes configuraciones para encontrar el punto de operación más eficiente.

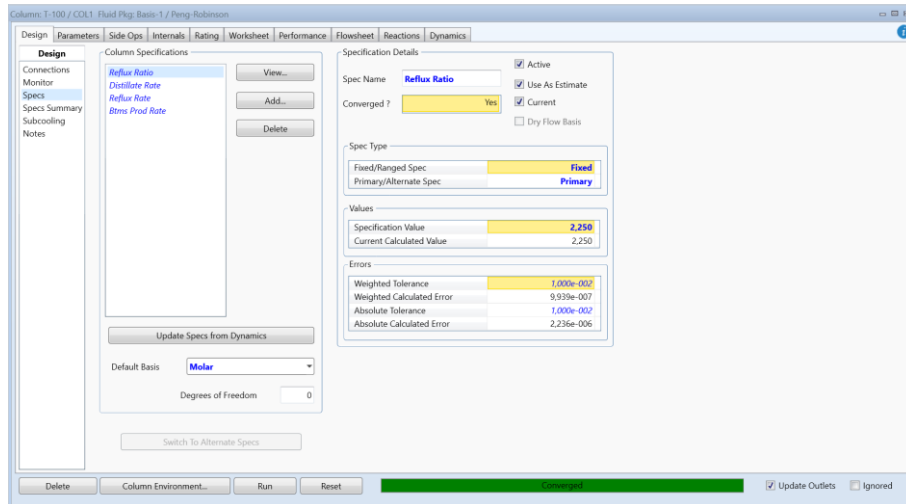
a) Variación de presión

- Simular la columna a diferentes presiones de operación (ej. 1 atm, 1.5 atm, 2 atm).
- Observar impacto en la carga térmica y en la separación.

b) Variación de reflujo

- Ajustar la relación de reflujo desde $R_{min} \times 1.2$ hasta $R_{min} \times 2.0$, mantener la presión óptima (1 atm).

- Evaluar cómo cambian purezas y consumo energético.



c) Probar distintas combinaciones de platos y reflujo:

- Más platos + menos reflujo → menor energía, mayor costo de columna.
- Menos platos + más reflujo → mayor energía, menor inversión inicial.

Producto

a) Tabla con los datos generados a partir de la variación en la presión de la columna.

Presión (atm)	Q Reboiler (KJ/h)	Q Condenser (KJ/h)	Q Total (KJ/h)	Destilado (Kmol/h)	Xm de Destilado	Q Total/Destilado (KJ/Kmol)
1	4331000	5811000	10142000	55,0007	0,9770	184400
1,5	4472000	5675000	10147000	54,999	0,966	184491
2	4580000	5570000	10150000	54,9997	0,9562	184546

Análisis esperado:

Consumo energético total (Q Total): A medida que aumenta la presión de operación, el Q Total también se incrementa ligeramente. Esto es común, ya que operar a presiones más altas requiere más energía en el rehervidor y puede modificar la carga térmica en el condensador.

Pureza del destilado (Xm): La fracción molar del destilado disminuye levemente con la presión. Esto puede deberse a una menor volatilidad relativa entre los componentes a mayor presión, afectando la eficiencia de separación.

Energía específica (Q Total/Destilado): El consumo energético por kmol de destilado también crece con la presión. Esto indica que la eficiencia energética disminuye ligeramente al aumentar la presión, ya que se necesita más energía para obtener la misma cantidad de producto con menor pureza.

b) Tabla con los datos generados a partir de la variación en el reflujo de la columna.

Reflujo	Q Reboiler (KJ/h)	Q Condenser (KJ/h)	Q Total (KJ/h)	Destilado (Kmol/h)	Xm de Destilado	Q Total/Destilado (KJ/Kmol)
1,8	3196000	4682000	7878000	55,0008	0,9467	143236

2,1	3680000	5162000	8842000	54,9986	0,9644	160822
2,4	4168000	5648000	9816000	54,9996	0,9746	178472
2,7	4661000	6135000	10796000	54,9839	0,9809	196302
3	5152000	6627000	11779000	54,9907	0,9848	214197

Análisis esperado:

Consumo energético total (Q Total): Se incrementa de forma significativa a medida que aumenta el reflujo. Esto es esperable, ya que más líquido recirculando implica más carga térmica tanto en el rehervidor como en el condensador.

Pureza del destilado (X_m): Mejora con el aumento del reflujo, lo cual es consistente con el principio de operación de columnas de destilación: a mayor reflujo, mejor separación.

Eficiencia energética (Q Total/Destilado): Aunque la pureza del producto mejora, el costo energético por unidad de destilado también aumenta. Por ejemplo, de 143,236 a más de 214,000 KJ/Kmol, lo que refleja una disminución en eficiencia energética con altos reflujos.

c) Tabla con los datos generados a partir de la variación del número de platos y reflujo de la columna.

Platos	Reflujo	Q Reboiler (KJ/h)	Q Condenser (KJ/h)	Q Total (KJ/h)	Destilado (Kmol/h)	Xm de Destilado	Q Total/Destilado (KJ/Kmol)
20	2,4	4143000	5646000	9789000	55,0005	0,9933	177072
20	2,1	3652000	5156000	8808000	54,9997	0,9874	160145
20	1,8	3168000	4676000	7844000	55,0032	0,9706	142609
8	2,7	4723000	6180000	10903000	55,0000	0,9285	198236
8	3	5216000	6671000	11887000	54,9990	0,9350	216128
8	3,3	5709000	7163000	12872000	54,9986	0,9401	234038

Análisis esperado

Eficiencia energética y número de platos: Cuando se utilizan 20 platos, se observa un menor consumo de energía total por unidad de destilado. Por ejemplo, con un reflujo de 1,8 se alcanza un consumo de 142.609 KJ/Kmol, el más bajo de todos los casos. En cambio, con 8 platos, el requerimiento energético aumenta considerablemente, alcanzando hasta 234.038 KJ/Kmol con un reflujo de 3,3.

Efecto del reflujo: A mayor razón de reflujo, se requiere más energía en el reboiler y el condensador. Esto es evidente tanto en la configuración de 20 como en la de 8 platos. Sin embargo, el incremento del reflujo mejora la pureza del destilado (X_m), lo cual se ve reflejado en valores mayores conforme se aumenta el reflujo.

Energía-pureza: Existe una relación entre pureza del destilado y consumo energético. Por ejemplo:

- Con 20 platos y reflujo 1,8: bajo consumo energético, pero $X_m = 0,9706$.
- Con 8 platos y reflujo 3,3: alto consumo energético, pero $X_m = 0,9401$.

Se debe elegir el punto óptimo dependiendo de los requerimientos de pureza, costos energéticos y costos de la columna de destilación.

Rúbrica de evaluación

Al finalizar las tres sesiones, se pedirá a los equipos la entrega de un informe grupal que reúna los resultados y análisis desarrollados durante el proyecto. La evaluación se basará en la siguiente rúbrica, considerando tanto la calidad técnica del informe como el nivel de colaboración y participación de cada integrante en el trabajo en equipo.

Criterio	Nivel destacado (4-5)	Satisfactorio (3-4)	En desarrollo (2-3)	No logrado (0-1)
Análisis termodinámico	Explica claramente la selección del paquete termodinámico y relaciona resultados de equilibrio con la gráfica de forma crítica.	Justifica el paquete termodinámico y compara resultados del flash drum con la gráfica de equilibrio.	Describe el paquete termodinámico sin profundidad y realiza un análisis básico de resultados.	No justifica el paquete termodinámico ni analiza los resultados de equilibrio.
Diseño preliminar (DSTWU)	Genera tablas completas, elabora gráficas comparativas con Gilliland y propone ajustes optimizados basados en datos técnicos.	Completa las tablas con datos relevantes, interpreta tendencias y relaciona parámetros con eficiencia.	Presenta tablas incompletas o con errores. No argumenta relaciones entre variables clave.	No elabora tablas o gráficas requeridas. Omite análisis crítico de resultados.
Optimización (RadFrac)	Analiza exhaustivamente impacto de presión, reflujo y platos en pureza/energía y propone diseños equilibrados	Evalúa variaciones de parámetros y reconoce tendencias de consumo energético vs pureza.	Describe superficialmente los datos de optimización sin relacionar variables estratégicas.	No simula variaciones ni interpreta resultados de optimización.
Trabajo colaborativo	Distribuye roles eficientemente, integra aportes técnicos y mantiene comunicación proactiva para lograr objetivos.	Participa activamente en tareas asignadas y contribuye al análisis grupal.	Participación desigual, con aportes limitados en el proceso técnico.	No colabora o dificulta el avance del equipo.
Análisis crítico y toma de decisiones	Evalúa costos técnico-económicos, propone mejoras innovadoras y justifica decisiones con argumentos termodinámicos.	Discute ventajas/desventajas de diseños y relaciona decisiones con eficiencia y pureza.	Argumenta parcialmente sus propuestas sin considerar variables clave (energía, costos).	No reflexiona sobre implicaciones técnicas ni propone ajustes.
Presentación de resultados	Expone datos con claridad, utiliza gráficas/tablas para respaldar conclusiones y estructura reportes	Organiza resultados en formato coherente y cumple con los productos solicitados.	Presenta información desorganizada u omite elementos clave (ej. capturas, tablas).	No entrega productos requeridos o estos son incorrectos.

	con cohesión técnica.			
3. Unidad II adsorción, absorción, extracción lixiviación				
Temas:				
Extracción-lixiviación				
<ul style="list-style-type: none"> • Fundamentos de lixiviación • Relaciones de equilibrio • Tipos de lixiviación • Mezclas líquidas • Equilibrio líquido a líquido • Método gráfico y analítico 				
Adsorción y absorción				
<ul style="list-style-type: none"> • Fundamentos de adsorción • Equilibrio termodinámico • Diseño de torre de adsorción • Fundamentos de absorción • Tipos de torres de absorción 				
Nota:				
<p>Aspen HYSYS no permite la simulación completa de todos los procesos correspondientes a las operaciones unitarias. En particular, procesos como la adsorción en fase sólida o la modelación mediante isotermas específicas, como la de Langmuir, no pueden desarrollarse directamente dentro de esta plataforma. En contraste, HYSYS es una herramienta robusta para el análisis de equilibrio de fases, simulación de columnas, evaluación termodinámica y modelación de procesos líquidos o gaseosos.</p> <p>Por esta razón, en esta unidad se han seleccionado exclusivamente el tema de absorción, ya que es compatible con las capacidades de simulación que ofrece Aspen HYSYS. Sobre esto, se plantea una actividad práctica que permitirá fortalecer el aprendizaje a través del análisis de escenarios reales, promoviendo el uso del Aprendizaje Basado en Problemas (ABP) y otras metodologías activas.</p>				
Tiempo:				
<p>La actividad se desarrollará durante dos clases de dos horas cada una. Estas sesiones se llevarán a cabo a lo largo de la Unidad II en el tema de absorción.</p>				
Escenario ABP – Proyecto de Simulación				
<i>Optimización del Proceso de Remoción de CO₂ en Gas Natural mediante Absorción con Carbonato.</i>				
<p>La planta Verde Andes, gestionada por Eco Gas Energy Solutions, enfrenta un desafío técnico crítico al procesar una corriente de gas natural con alto contenido de metano (CH₄) contaminado con dióxido de carbono (CO₂). La presencia excesiva de CO₂ genera dos problemas clave: reduce significativamente el poder calorífico del gas, afectando su valor comercial, y acelera la corrosión en tuberías y equipos, lo que eleva los costos de mantenimiento y pone en riesgo la integridad operativa.</p> <p>Eco Gas busca reemplazar las aminas convencionales usadas tradicionalmente para capturar CO₂ por una alternativa más económica y menos agresiva: una solución de carbonato de propileno. Este cambio podría</p>				

reducir costos operativos y minimizar el impacto ambiental asociado al uso de químicos corrosivos. Para validar esta propuesta, la empresa requiere una simulación en Aspen HYSYS que evalúe la viabilidad técnica: Determinar si el carbonato puede lograr una remoción de CO₂ ≥90% bajo condiciones industriales realistas (presión, temperatura, flujos).

Objetivos de aprendizaje

- Aplicar los principios de absorción gas-líquido para simular la remoción de CO₂ en una corriente de gas natural utilizando carbonato como solvente en Aspen HYSYS.
- Diseñar y configurar una columna de absorción en Aspen HYSYS considerando condiciones de operación industrial (presión, temperatura, flujo) para alcanzar al menos un 90% de eliminación de CO₂.
- Interpretar los resultados de la simulación, evaluando el comportamiento del proceso bajo diferentes variables.
- Desarrollar habilidades de trabajo colaborativo y comunicación técnica.

Modalidad de trabajo

El proyecto se estructura bajo el enfoque del Aprendizaje Basado en Problemas (ABP) integrado con dinámicas de juego y colaboración grupal. Los participantes adoptan el rol de ingenieros de procesos en Eco Gas Energy Solutions, una empresa ficticia que enfrenta un desafío realista: eliminar eficientemente CO₂ de una corriente de gas natural mediante absorción con carbonato.

Sistema de puntos y logros:

Desafío técnico	Puntos
Seleccionar los componentes necesarios	+10
Elegir y justificar el paquete termodinámico	+15
Alcanzar un 90 % o más de remoción de CO ₂ en la simulación	+20
Presentación clara del diagrama de Hysys	+15
Realizar el análisis de sensibilidad operacional	+20
Reporte técnico final	+20

Bonus (Misiones especiales)

+30 puntos: Comparar la absorción con carbonato vs MEA

+20 puntos: Defender tu propuesta

Trabajo en equipos (modo colaboración)

3 integrantes por grupo

Roles sugeridos:

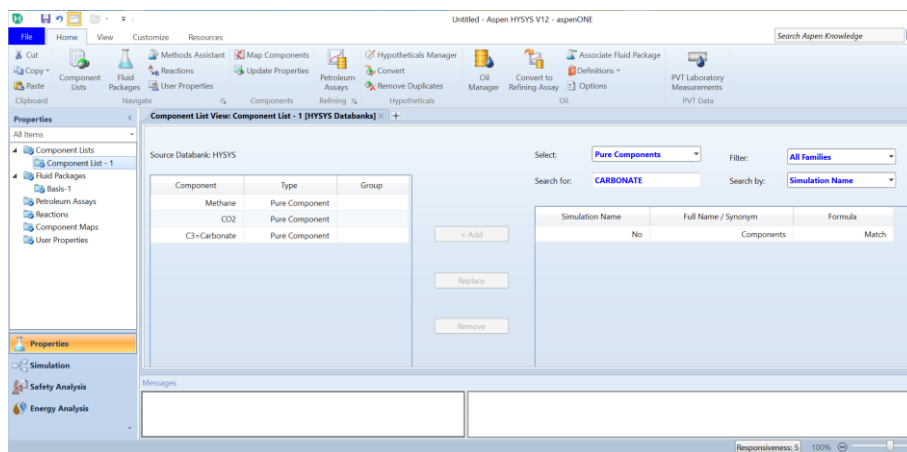
- Líder de simulación
- Coordinador técnico
- Redactor técnico

Rangos de evaluación

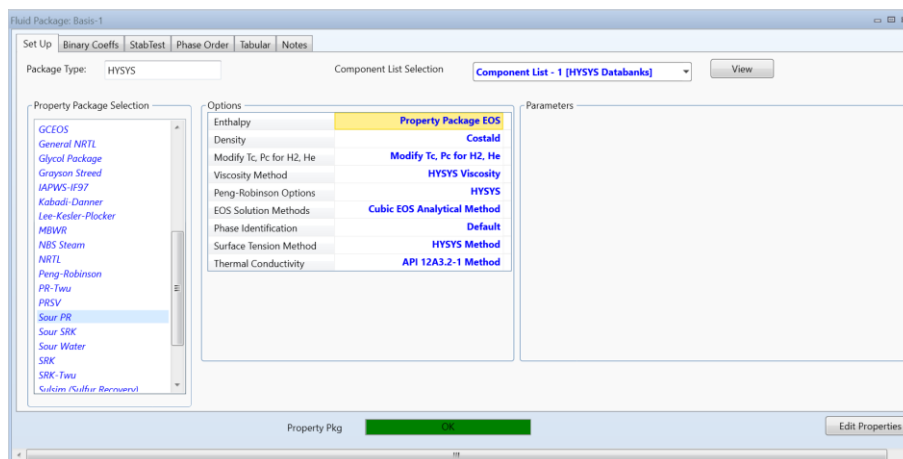
Puntos obtenidos	Nivel alcanzado	Descripción del desempeño
145-160	Nivel Experto	Dominan la simulación, justifican técnicamente sus decisiones y exploran soluciones avanzadas.
125-144	Nivel Avanzado	Cumplen todos los desafíos básicos con calidad técnica. Incluyen parte de las misiones bonus.
100-124	Nivel Competente	Cumplen con los requisitos mínimos del reto, con buena organización técnica.
80-99	Nivel Básico	El grupo cumple parcialmente. Faltan componentes clave o justificaciones técnicas.
< 80	Nivel Incompleto	El trabajo no demuestra comprensión o está incompleto en forma o contenido.

Guía para desarrollar la simulación

1. Selección de componentes



2. Selección de paquete termodinámico



Sour PR (Peng-Robinson Ácido)

- Especializado en gases ácidos: Diseñado para modelar mezclas con CO₂, H₂S y componentes no polares (como CH₄).

- Precisión en equilibrio vapor-líquido (VLE): Captura interacciones entre CO₂ y el solvente en fase gaseosa y líquida.
- Recomendado para gases naturales: Adecuado para la corriente de alimentación rica en CH₄ y CO₂.

3. Creación de la corriente Liquida (Solvente) de entrada

Material Stream: LiqEntrada

Worksheet Attachments Dynamics

	Stream Name	LiqEntrada	Liquid Phase
Conditions	Vapour / Phase Fraction	0,0000	1,0000
Properties	Temperature [C]	20,00	20,00
Oil & Gas Feed	Pressure [kPa]	506,6	506,6
Petroleum Assay	Molar Flow [kgmole/h]	9,796	9,796
K Value	Mass Flow [kg/h]	1000	1000
User Variables	Std Ideal Liq Vol Flow [m3/h]	0,8301	0,8301
Notes	Molar Enthalpy [kJ/kgmole]	-5,344e+005	-5,344e+005
Cost Parameters	Molar Entropy [kJ/kgmole-C]	805,0	805,0
Normalized Yields	Heat Flow [kJ/h]	-5,235e+006	-5,235e+006
Emissions	Liq Vol Flow @Std Cond [m3/h]	0,8298	0,8298
	Fluid Package	Basis-1	
	Utility Type		

OK

Material Stream: LiqEntrada

Worksheet Attachments Dynamics

	Mole Fractions	Liquid Phase
Methane	0,0000	0,0000
CO2	0,0000	0,0000
C3=Carbonate	1,0000	1,0000

Total 1,00000

Edit... View Properties... Basis...

OK

4. Creación de la corriente gaseosa de entrada

Material Stream: GasEntrada

Worksheet Attachments Dynamics

Worksheet

Stream Name	GasEntrada	Vapour Phase
Vapour / Phase Fraction	1,0000	1,0000
Temperature [C]	20,00	20,00
Pressure [kPa]	506,6	506,6
Molar Flow [kgmole/h]	4,622	4,622
Mass Flow [kg/h]	100,0	100,0
Std Ideal Liq Vol Flow [m3/h]	0,2474	0,2474
Molar Enthalpy [kJ/kgmole]	-1,390e+005	-1,390e+005
Molar Entropy [kJ/kgmole-C]	171,2	171,2
Heat Flow [kJ/h]	-6,423e+005	-6,423e+005
Liq Vol Flow @Std Cond [m3/h]	109,0	109,0
Fluid Package	Basis-1	
Utility Type		

OK

Delete Define from Stream... View Assay

Material Stream: GasEntrada

Worksheet Attachments Dynamics

Worksheet

	Mole Fractions	Vapour Phase
Methane	0,8000	0,8000
CO2	0,2000	0,2000
C3=Carbonate	0,0000	0,0000

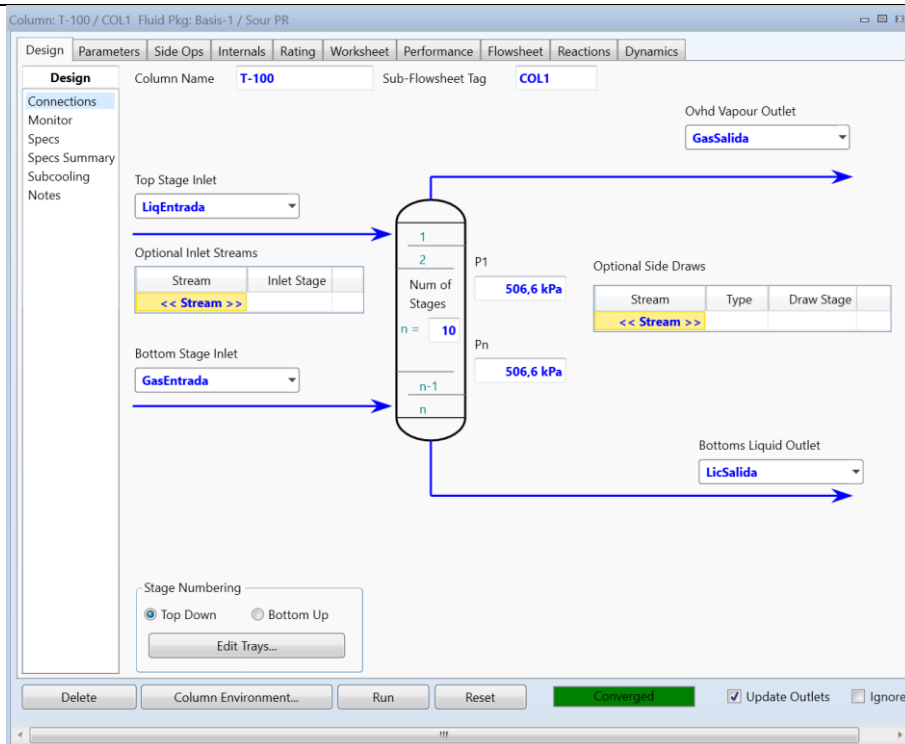
Total 1,00000

Edit... View Properties... Basis...

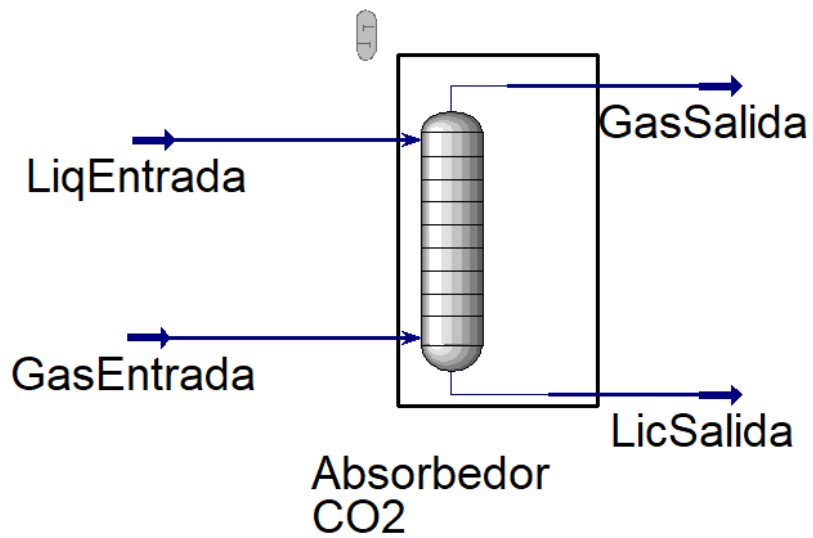
OK

Delete Define from Stream... View Assay

5. Parámetros de la columna de absorción



6. Esquema final de Hysys



Producto

¿En que cantidad se debe incrementar el flujo de la corriente LiqEntrada para lograr una absorción del 95% de CO₂?

Flujo (Kg/h) de carbonato	Presión (atm)	Xmol CO ₂ en GasEntrada	Xmol CO ₂ en GasSalida	Flujo en GasEntrada (Kmol/h)	Flujo en GasSalida (Kmol/h)	%CO ₂ recuperado
1000	5	0,2	0,1793	4622	4422	14,2
2000	5	0,2	0,1568	4622	4224	28,4

3000	5	0,2	0,1320	4622	4025	42,5
4000	5	0,2	0,1047	4622	3827	56,7
5000	5	0,2	0,0748	4622	3629	70,6
6000	5	0,2	0,0435	4622	3438	83,8
7000	5	0,2	0,0176	4622	3273	93,8
8000	5	0,2	0,0055	4622	3153	98,1

Análisis esperado:

- A mayor flujo de carbonato, mayor absorción de CO₂ (relación directa).
- Para lograr 95% de remoción, se requiere un flujo de carbonato ~7500 kg/h (interpolando entre 7000 kg/h →93.8% y 8000 kg/h→98.1%).

¿Qué pasa si ahora se trabaja a 30 atm?

Flujo (Kg/h) de carbonato	Presión (atm)	Xmol CO ₂ en GasEntrada	Xmol CO ₂ en GasSalida	Flujo en GasEntrada (Kmol/h)	Flujo en GasSalida (Kmol/h)	%CO ₂ recuperado
1000	30	0,2	0,0735	4622	3551	71,8
1500	30	0,2	0,008	4622	3101	97,3
2000	30	0,2	0,0004	4622	2833	99,9

Análisis esperado:

Al comparar dos condiciones de operación 30 vs 5 atm se nota que trabajar a mayor presión mejora considerablemente la eficiencia del proceso. Por ejemplo:

- A 30 atm, se logra una recuperación del 99,9% usando solo 2000 kg/h de solvente.
- En cambio, a 5 atm, se necesitan 8000 kg/h para alcanzar apenas un 98% de recuperación.

Esto ocurre porque al aumentar la presión, el equilibrio gas-líquido se desplaza a favor de la fase líquida, facilitando que el gas sea absorbido por el solvente. Sin embargo, este beneficio tiene un costo. Operar a presiones altas implica gastar más energía para comprimir el gas, lo que puede encarecer el proceso. Por eso, aunque se use menos solvente, es importante evaluar el equilibrio entre eficiencia y consumo energético antes de decidir la mejor condición de operación.

¿Qué pasa si ahora se trabaja a 10 °C?

Flujo (Kg/h) de carbonato	Presión (atm)	Xmol CO ₂ en GasEntrada	Xmol CO ₂ en GasSalida	Flujo en GasEntrada (Kmol/h)	Flujo en GasSalida (Kmol/h)	%CO ₂ recuperado
500	30	0,2	0,1332	4622	4018	42,09
1000	30	0,2	0,0457	4622	3425	83,07
1300	30	0,2	0,0059	4622	3146	97,99

Análisis esperado:

Reducir la temperatura de operación de 20 °C a 10 °C mejora significativamente la eficiencia de captura de CO₂, debido a que la solubilidad del gas aumenta a menor temperatura. Esto permite utilizar una menor

cantidad de solvente o alcanzar mayores porcentajes de remoción. Sin embargo, es importante considerar el incremento en los costos energéticos asociados al enfriamiento, así como el impacto en el diseño de los equipos auxiliares.

Nota:

En la sección de anexos se incluye la simulación de recuperación de CO₂ con aminas en aspen Hysys, el desarrollo de esta simulación por parte de los estudiantes les permitirá realizar una comparación entre los dos métodos y llegar a una conclusión del problema planteado al inicio de esta sección.

4. Unidad III Secado, Humidificación, Evaporación

Temas:

Secado

- Fundamentos de secado
- Tipos de secado
- Presión de vapor de agua y humedad
- Curvas de velocidad de secado
- Ecuaciones de diversos tipos de secadores

Humidificación

- Fundamentos de humidificación
- La carta psicométrica
- Procesos aire agua
- Torres de enfriamiento

Evaporación

- Fundamentos de evaporación
- Tipo de evaporadores
- Condensadores para evaporadores
- Evaporación de materiales biológicos
- Precompresión del vapor

Tiempo:

Las actividades se realizarán en 2 horas de clase cada una y se tendrá una semana de plazo respectivamente para la entrega de los informes y la defensa oral.

Escenario ABP 1: Proyecto de Simulación

Diseño inicial de planta evaporadora para concentración de solución salina en TermoSal S.A.

TermoSal S.A. es una empresa emergente ubicada en la costa norte de Ecuador, se dedica a la producción de sal industrial a partir de salmueras naturales. En la actualidad se encuentra en la etapa de diseño de una nueva planta de evaporación, destinada a concentrar una solución salina diluida mediante el uso de vapor saturado. El proceso de diseño preliminar será realizado en Aspen HYSYS por el equipo de ingeniería de procesos.

El objetivo es diseñar e implementar en Aspen HYSYS un sistema de evaporación que concentre una salmuera (solución diluida de NaCl en agua) desde una fracción másica de 0,10 (10%) hasta 0,95 (95%), utilizando vapor saturado a 120 °C como fuente de energía. Se requiere calcular el flujo másico mínimo de vapor necesario para alcanzar la concentración deseada.

Corriente de alimentación (Salmuera):

- Flujo másico: 1000 kg/h
- Fracción másica de sal (NaCl): 0,10
- Fracción másica de agua (H₂O): 0,90
- Temperatura: 25 °C
- Presión 1 Atm

Concentrado deseado a la salida (Producto):

- Fracción másica NaCl: 0,95

Energía disponible:

- Corriente de vapor saturado a 120 °C
- El vapor cede su calor latente para evaporar el agua de la solución salina
- Paquete termodinámico usado en Aspen HYSYS: PRSV (Peng-Robinson Stryjek–Vera)

¿Están listos para asumir este proyecto? ¡¡Adelante!!

Objetivos de aprendizaje

- Diseñar y simular el proceso de evaporación en Aspen HYSYS utilizando equipos como intercambiador de calor y separador flash.
- Analizar el impacto de variables operativas (presión, temperatura, flujo de vapor) en la eficiencia del proceso y la concentración final del producto.
- Proponer mejoras técnicas para reducir el consumo de vapor (por ejemplo, recirculación de condensados o precalentamiento), garantizando la calidad requerida del NaCl.

Modalidad de trabajo

Colaborativa en Equipos

- Los estudiantes trabajarán en equipos de 3 a 4 integrantes, distribuyéndose los roles de simulación, análisis técnico, cálculos de balances y redacción del informe.
- La actividad combina trabajo presencial en aula (análisis, discusión y decisiones de diseño) con trabajo colaborativo en software (Aspen HYSYS).
- El producto final será una entrega grupal que incluya:
 1. La simulación desarrollada en HYSYS (archivo. hsc).
 2. Un informe técnico sintético con resultados, análisis y propuesta de mejora.
- Se fomenta la participación equitativa mediante breves presentaciones orales donde cada integrante explica una parte del proceso.

Forma de evaluación

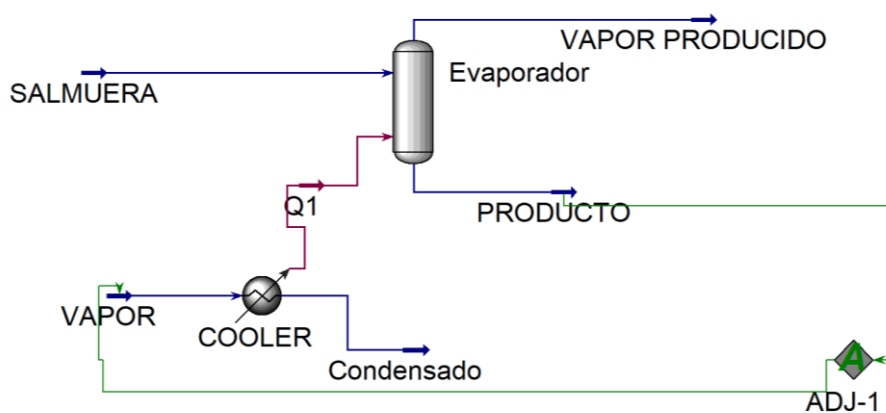
El análisis de los resultados obtenidos debe estar reflejado en un informe técnico y sustentado por datos extraídos de la simulación.

Rúbrica de evaluación

Criterio	Descripción	Puntaje
Simulación en Aspen HYSYS	Modelo funcional, equipos correctamente configurados, resultados coherentes.	25 pts
Balance de masa y energía	Cálculos claros, correctos y consistentes con la simulación.	20 pts
Análisis técnico	Interpretación de resultados, comparación con lo teórico y análisis crítico.	20 pts
Propuesta de mejora	Justificación técnica, viabilidad y aporte al proceso.	15 pts
Informe técnico	Claridad, redacción, presentación ordenada de datos y gráficos relevantes.	10 pts
Presentación grupal	Dominio del tema, colaboración entre integrantes, comunicación efectiva.	10 pts

Guía para desarrollar la simulación

La selección de componentes y del paquete termodinámico no se detalla en esta sección, ya que fue explicada previamente. A continuación, se muestra el diagrama que representa la estructura del proceso: el intercambiador de calor (cooler) extrae energía del vapor, la cual se aprovecha para aumentar la temperatura en el evaporador, favoreciendo así la evaporación del agua contenida en la salmuera. Además, se utiliza la herramienta (adjust) para introducir las condiciones necesarias que permitan calcular el flujo requerido, con el objetivo de alcanzar una concentración de NaCl de 0,95.



Parámetros ADJ-1

ADJ-1

Connections Parameters Monitor User Variables

Adjust Name: **ADJ-1**

Adjusted Variable

Object: VAPOR Select Var...

Variable: Mass Flow

Target Variable

Object: PRODUCTO Select Var...

Variable: Master Comp Mass Frac (NaCl)

Target Value

Source

User Supplied Specified Target Value: **0,9500**

Another Object

SpreadsheetCell Object

OK

Delete Reset Ignored

Corriente de vapor

Material Stream: VAPOR

Worksheet Attachments Dynamics

Worksheet	Stream Name	VAPOR	Vapour Phase	Aqueous Phase
Conditions	Vapour / Phase Fraction	1.0000	1,0000	0,0000
Properties	Temperature [C]	120.0	120.0	120.0
Composition	Pressure [kPa]	199.5	199.5	199.5
Oil & Gas Feed	Molar Flow [kgmole/h]	63.20	63.20	0.0000
Petroleum Assay	Mass Flow [kg/h]	1139	1139	0.0000
K Value	Std Ideal Liq Vol Flow [m3/h]	1.141	1.141	0.0000
User Variables	Molar Enthalpy [kJ/kgmole]	-2.387e+005	-2.387e+005	-2.786e+005
Notes	Molar Entropy [kJ/kgmole-C]	177.2	177.2	75.72
Cost Parameters	Heat Flow [kJ/h]	-1.509e+007	-1.509e+007	0.0000
Normalized Yields	Liq Vol Flow @Std Cond [m3/h]	1.122	1.122	0.0000
Emissions	Fluid Package	Basis-1		
	Utility Type			

OK

Delete Define from Stream... View Assay

Producto

a) Descripción del proceso

- Objetivo del sistema y condiciones de operación.
- Esquema del proceso.

b) Balance de masa

- Masa de NaCl constante.
- Cálculo del producto y agua evaporada.

c) Balance de energía

- Estimación del calor necesario para la evaporación.
- Comparación de resultados teóricos vs simulación.

d) Resultados del simulador

- Flujo másico de vapor utilizado.
- Energía transferida.
- Composición de producto y corrientes.

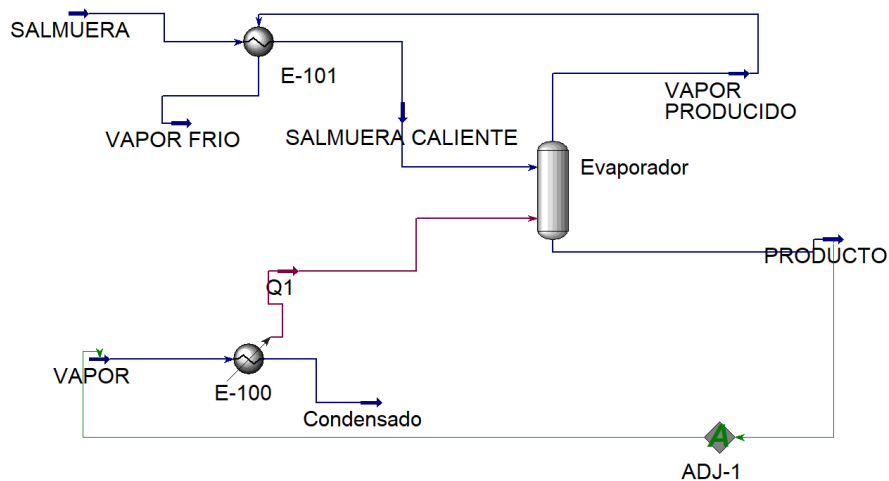
Nota

Se solicita una comparación entre los resultados que se obtuvo por los balances y los resultados de la simulación.

e) Análisis y mejora

- Propuesta para optimizar consumo energético (ej: precalentamiento, recuperación de calor).

Se muestra una propuesta de mejora con precalentamiento de la corriente de salmuera, para ello se ocupa la corriente de vapor producido, se observa una disminución considerable en la corriente de vapor requerido para llegar a una concentración másica del 95%. El objetivo de este ítem es mejorar el pensamiento crítico de los estudiantes.



Material Stream: VAPOR

Worksheet	Stream Name	VAPOR	Vapour Phase	Aqueous Phase
Conditions	Vapour / Phase Fraction	1,0000	1,0000	0,0000
Properties	Temperature [C]	120,0	120,0	120,0
Composition	Pressure [kPa]	199,5	199,5	199,5
Oil & Gas Feed	Molar Flow [kgmole/h]	54,54	54,54	0,0000
Petroleum Assay	Mass Flow [kg/h]	982,5	982,5	0,0000
K Value	Std Ideal Liq Vol Flow [m3/h]	0,9845	0,9845	0,0000
User Variables	Molar Enthalpy [kJ/kgmole]	-2,387e+005	-2,387e+005	-2,786e+005
Notes	Molar Entropy [kJ/kgmole-C]	177,2	177,2	75,72
Cost Parameters	Heat Flow [kJ/h]	-1,302e+007	-1,302e+007	0,0000
Normalized Yields	Liq Vol Flow @Std Cond [m3/h]	0,9681	0,9681	0,0000
Emissions	Fluid Package	Basis-1		
	Utility Type			

Una vez realizada la mejora del proceso con la introducción de un intercambiador de calor, se puede observar como el flujo de vapor requerido para el proceso es de 982,5 Kg/h, produciendo una disminución de un 14 % del vapor requerido para el proceso.

Nota:

En la sección de anexos se incluye la simulación de los dos procesos de evaporación de la salmuera en Aspen Hysys.

Análisis esperado

1. Interpretación de Resultados de Simulación
 - Validar que la concentración del producto final alcance el 95% de NaCl.
 - Comparar el flujo de vapor requerido en la simulación con el valor estimado teóricamente.
 - Verificar el balance de masa global y de componentes (NaCl y H₂O).
2. Evaluación del Consumo de Energía
 - Identificar la cantidad de energía utilizada en el proceso de evaporación (en kJ/h).
 - Analizar la eficiencia del uso de vapor como fuente de energía térmica.
 - Relacionar el calor suministrado con la cantidad de agua evaporada.
3. Estudiar el efecto de variaciones de presión, temperatura o flujo de vapor sobre:
 - La eficiencia energética.
 - La concentración del producto.
 - El caudal de agua evaporada.
4. Justificación Técnica de Mejoras Propuestas
 - Fundamentar técnicamente estrategias de optimización energética como (precalentamiento, reutilización de condensado).
 - Estimar el impacto de la mejora mencionada en la reducción del consumo de vapor.
 - Evaluar ventajas operativas y posibles limitaciones.

Escenario ABP 2: Proyecto de Simulación

De aire húmedo a producto seco: optimización del proceso de deshumidificación en una planta industrial

Una empresa dedicada al procesamiento de alimentos enfrenta inconvenientes operativos a causa de la condensación generada por el ingreso de aire con alto contenido de humedad en sus líneas de producción. Ante esta situación, el equipo de ingeniería ha sido asignado para desarrollar una solución que permita reducir eficientemente la humedad del aire, utilizando tecnologías accesibles y con bajo consumo energético. Como parte del análisis de viabilidad, se ha planteado modelar el sistema propuesto mediante una simulación en Aspen HYSYS, lo que permitirá evaluar su desempeño antes de llevarlo a cabo en condiciones reales de planta.

Corriente de alimentación

- Aire con un 60 % molar de agua
- Temperatura de 20 °C
- Presión 1 Atm

Producto deseado a la salida:

- Aire con menos del 2 % molar de agua

Objetivos de aprendizaje

- Aplicar principios de transferencia de masa y energía en sistemas reales.
- Interpretar y ajustar variables de proceso en un simulador industrial.
- Fomentar el trabajo colaborativo y la toma de decisiones fundamentadas.

Desarrollar pensamiento crítico y técnico a través del análisis de un caso real.

Metodología de trabajo

Cada grupo estará conformado por tres integrantes, con responsabilidades definidas para asegurar una distribución equilibrada del trabajo y una comprensión integral del proyecto.

Etapas:

1. **Análisis del problema:** lectura conjunta del caso y formulación de hipótesis iniciales.
2. **Investigación autónoma:** búsqueda de fundamentos sobre procesos de deshumidificación, compresión, enfriamiento y separación por condensación.
3. **Diseño de simulación en Aspen HYSYS:** desarrollo del modelo basado en el diagrama provisto, seleccionando condiciones adecuadas.
4. **Evaluación de desempeño del sistema:** análisis de los resultados de la simulación y planteamiento de mejoras.
5. **Informe técnico y defensa oral:** entrega de un documento final y presentación del diseño, con justificación de decisiones.

Desarrollo de la simulación

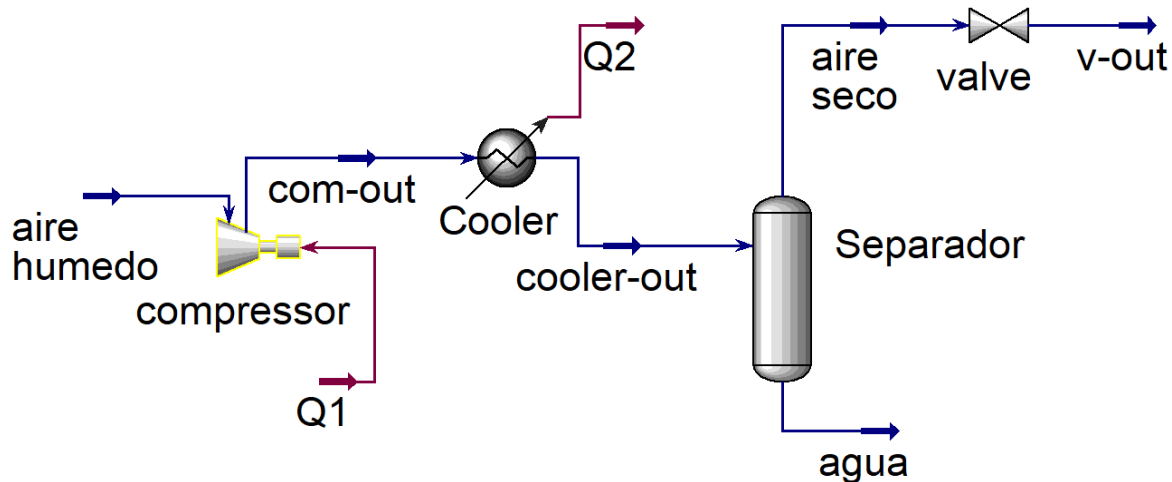
Componentes clave del modelo:

- **Compresor:** aumenta la presión del aire húmedo para facilitar la posterior condensación.
- **Cooler:** reduce la temperatura del aire comprimido, provocando la condensación del agua.
- **Separador:** separa el agua líquida del aire seco.
- **Válvula:** regula la presión del aire seco de salida.

Parámetros para definir por los estudiantes:

- Condiciones de entrada (presión, temperatura y composición).
- Relación de compresión.
- Flujo térmico del cooler.
- Rendimiento del separador.

Esquema de la simulación:



Instrumento de evaluación: Rúbrica de evaluación

Criterio	Excelente (5 pts)	Bueno (3-4 pts)	Regular (1-2 pts)	Deficiente (0 pts)
Comprensión del problema	Analiza con profundidad el caso y propone soluciones innovadoras	Entiende el problema y propone soluciones funcionales	Presenta soluciones poco fundamentadas	No comprende el problema ni sus implicaciones
Precisión técnica del modelo	El modelo es correcto, completo y funcional	Presenta pequeños errores, pero cumple el objetivo	Tiene fallas técnicas importantes	El modelo no funciona o es incompleto
Justificación de decisiones técnicas	Todas las decisiones están respaldadas con fundamentos claros	Algunas decisiones están justificadas	Poca justificación técnica	No hay justificación alguna
Colaboración y roles	Trabajo equitativo, roles claros y cooperación efectiva	Buena organización con algunos desbalances	Poco equilibrio en el trabajo	Trabajo desorganizado y sin cooperación
Informe técnico	Claramente estructurado, con análisis, conclusiones y lenguaje técnico adecuado	Estructura aceptable, con algunas debilidades	Redacción deficiente o incompleta	Informe ausente o irrelevante

Producto

- Remoción de agua mayor al 95 %.
- Concentración final de vapor de agua en el aire seco menor a 0,005 (fracción molar).
- Análisis energético del cooler: balance de calor necesario para condensar el vapor.
- Propuestas para mejorar el consumo energético del proceso.

Análisis esperado

- La eficiencia del sistema depende fuertemente de la presión y temperatura de salida del compresor y del intercambiador de calor.
- A menor temperatura del cooler, mayor es la cantidad de vapor que se condensa, pero esto aumenta el requerimiento de energía de refrigeración.
- La compresión previa es esencial para reducir el volumen y facilitar la posterior condensación.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Conclusiones

Este proyecto de titulación anticipa cómo la integración del software Aspen HYSYS, aplicado mediante el aprendizaje basado en problemas (ABP), podría potenciar significativamente la enseñanza y el aprendizaje en la asignatura de Operaciones Unitarias. La metodología propuesta busca no solo enriquecer la comprensión de conceptos teóricos difíciles sino también fomentar el desarrollo de habilidades prácticas y de pensamiento crítico entre los estudiantes.

El empleo de este simulador promete facilitar una conexión más efectiva entre el contenido del curso y su aplicación en situaciones reales, lo que se espera incremente la motivación, la participación activa y la autonomía de los estudiantes. Además, se espera que fomente el trabajo colaborativo en el desarrollo de proyectos dentro del contexto de ABP refuerce habilidades interpersonales importantes como la comunicación efectiva, el compartir responsabilidades y la resolución conjunta de problemas, atributos que no solo beneficiarían su desempeño académico sino también su desarrollo como profesionales completos.

Recomendaciones

Se sugiere establecer el uso de estrategias de enseñanza activas como el ABP en cursos de perfil técnico, especialmente en aquellos que implican contenido de simulación y diseño de procesos. Esto necesitaría que se organice formación continua para el profesorado en metodologías activas y se potencien sus competencias digitales.

También sería ideal establecer espacios dedicados al aprendizaje y apoyo para que los estudiantes manejen con confianza herramientas de simulación como Aspen HYSYS, garantizando una comprensión profunda y adecuada a su contexto educativo. También es muy importante incorporar métodos de evaluación que valoren tanto los resultados técnicos como el razonamiento crítico y el trabajo en equipo.

Finalmente, se recomienda planificar la integración de Aspen HYSYS con Aspen Plus para casos donde se necesiten simular procesos que involucren reacciones químicas, sólidos, extracciones líquido-líquido, o separaciones más complejas, ya que esta herramienta ofrece capacidades más amplias para tales operaciones. Esto abriría la puerta a una experiencia de simulación más rica y completa que mejore aún más la preparación de los estudiantes.

BIBLIOGRAFÍA

- Chiliquinga, M., Rodríguez, A. K., Luján, P. D., & Pucha, G. (2024). Desarrollo de habilidades del siglo XXI a través de la educación STEM. *Revista Imaginario Social*, 7(2). doi:<https://doi.org/10.59155/is.v7i2.191>
- Collado, C. F., & Lucio, P. B. (2014). *Metodología de la investigación*. Mc Graw Hill Education.
- Cruz, J., Díaz, B., Valdiviezo, Y., Rojas, Y., Mauricio, L., & Cárdenas, C. (2023). Inteligencia artificial en la praxis docente: vínculo entre la tecnología y el proceso de aprendizaje. *Humanities*.
- Cuevas, A. M., Fernández, V. D., & Parra, R. M. (2014). Use of computer simulations for improving teaching in the Chemical Engineering laboratory. *Modelling in Science Education and Learning*, 7. doi:doi: 10.4995/msel.2014.2122
- Faraldo, R., & Pateiro, L. B. (2012). *Estadística y metodología de la investigación*.
- Felder, R. M., & Brent, R. (2016). *Teaching and learning STEM: A practical guide*. John Wiley & Sons.
- Fombuena, S., Cardona, C., María, L., & Lora, J. (2019). Experiencia y opinión del alumnado tras el uso de método Phillips 66, debates, visitas de campo y aprendizaje basado en proyectos como alternativa a las clases magistrales en el Grado de Ingeniería Química. *Libro de Actas del XXVII Congreso Universitario de Innovación Educativa en las Enseñanzas Técnicas*. Universitat Politècnica de València, 501-508.
- Galvis, A. (1997). Informática en educación: Hacia lo que hace la diferencia y tiene sentido. *Informática Educativa*, 10(1), 9-35.
- García, S. C. (2018). *Metodología ABP en las clases de matemáticas de la ESO*.
- González. (2019). Investigating the Effects of PhET Interactive Simulation-Based Activities on Students Learning Involvement and Performance on Two Dimensional Motion Topic in Physics. *Scholars Press*.

- Hernández, M. M., Díaz, C. A., & Morales, M. R. (2020). Educational technologies in engineering education: A review of recent developments. *Computers in Human Behavior*, 109(106348). doi:<https://doi.org/10.1016/j.chb.2020.106349>
- Hernández, R., Fernández, C., & Baptista, P. (2014). *Metodología de la investigación*. McGraw Hill.
- Hurtado, J. (2012). *El proyecto de investigación: Comprensión holística de la metodología y la investigación*. Quirón.
- Jimenez, S., Villamarín, J., Barragan, M., Bernal, A., Crespo, M., Barragán, M., & Escobar, E. (2024). Metodologías Activas en la Enseñanza de Matemáticas: Comparación entre Aprendizaje Basado en Problemas y Aprendizaje Basado en Proyectos. *Ciencia Latina Internacional*, 8(3), 1-26. doi:https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v8i3
- Manuel, S. L. (2018). *Estilos de aprendizaje y métodos de enseñanza*. Editorial Uned.
- Martínez, J. R., & Galan, F. (2000). Estrategias de aprendizaje, motivación y rendimiento académico en alumnos universitarios. *Revista española de orientación y psicopedagogía*, 11(19), 35-50.
- Martínez, R. S., Duarte, M., & Scortechini, J. A. (2014). DISEÑO DE UN SIMULADOR DE PROCESOS QUÍMICOS PARA USO COLABORATIVO Y DIDÁCTICO. *Revista Electrónica Formación Y Calidad Educativa*, 2(1), 71-82. doi:<https://refcale.ulead.edu.ec/index.php/refcale/article/view/6>
- McCabe, & Smith. (2016). *Operaciones básicas de Ingeniería Química*. Reverté,S.A.
- McCabe, W., Smith, J., & Harriot, P. (2002). *Operaciones Unitarias en Ingeniería Química*. McGraw-Hill.
- Mendoza, D., Martinez, J., & Realpe, A. (2020). Validación de una herramienta didáctica para el diseño de una torre de destilación con mezcla binaria por McCabe-Thiele. *Form. Univ. [en línea]*, 13(5), 147-154. doi:<http://dx.doi.org/10.4067/S0718-50062020000500147>

- Mobarec, & Clavijo, H. (2021). La transdisciplinarización de las Operaciones Unitarias en la Carrera de ingeniería Industrial de la Universidad Mayor de San Andrés. *593 Digital Publisher*, 7(1), 30-39. doi:doi.org/10.33386/593dp.2022.1-1.781
- Mosquera, G. D., Valencia, A. A., Benjumea, A. M., & Palacios, M. L. (2021). Mosquera-González, D., Valencia-Arias, A., Benjumea-Arias, M., & Factores asociados al uso de tecnologías de la información y la comunicación (TIC) en los procesos de aprendizaje de estudiantes de ingeniería. *Formación universitaria*, 14(2), 121-132.
- Niculcara, C., Fernández, J., Villara, S. G., Oliver, L. C., López, L. D., & Benítez, M. G. (2009). Metodología de diseño de proyectos de Ingeniería Química a partir del fomento del aprendizaje cooperativo. *Dialnet*, 66(539), 7-14.
- Orozco, M. (1998). *Operaciones unitarias*. Editorial Limusa.
- Prince, M., & Felder, R. (2006). INDUCTIVE TEACHING AND LEARNING METHODS: DEFINITIONS, COMPARISONS, AND RESEARCH BASES. *Journal of Engineering Education*, 95, 123-137. doi:10.1002/j.2168-9830.2006.tb00884.x
- Quijije, Q. K., Poggi, C. E., Palma, Z. S., & Alcívar, M. Y. (2025). Impacto de la tecnología en la inclusión educativa: Un estudio en estudiantes de educación superior. *Revista Científica Multidisciplinaria HEXACIENCIAS*, 5(9), 395-413.
- Reidl, M. L. (2012). El diseño de investigación en educación: conceptos actuales. *Investigación en educación médica*, 1(1), 35-39.
- Rezende, F., & Ostermann, F. (2006). Enseñanza-aprendizaje de física en Brasil: confrontando teoría y práctica en el inicio del siglo XXI. *Enseñanza de las Ciencias*, 387-400.
- Riccobene, I., & Nolasco, S. (2013). ESTRATEGIAS PARA EL DESARROLLO DE COMPETENCIAS EN LA FORMACIÓN DEL INGENIERO QUÍMICO. *VII CAIQ 2013 y 2das JASP*.
- Rodríguez, L. D., Sánchez, F. M., & Casado, C. C. (2019). Interactive simulations in the teaching of chemical engineering: Effectiveness in the subject of unit operations. *Education for Chemical Engineers*, 28, 1-9.

doi:<https://doi.org/10.1016/j.ece.2019.04.001>

Sanchez, P., Perez, L., & Ortega, M. (2018). Desafíos en la implementación del aprendizaje basado en simulación en la educación en ingeniería. *Aplicaciones informáticas en la enseñanza de la ingeniería*, 26(1), 44-53.

Santos, T. W. (2021). La estrategia didáctica de modelación matemática contextualizada y el rendimiento académico en el curso de Operaciones Unitarias impartido a los estudiantes del cuarto ciclo de la especialidad de Ingeniería Industrial de la Universidad Católica Sedes Sapi.

Simone, J. A. (1993). Papel de la educación técnico-profesional en el mejoramiento de las capacidades de los trabajadores del sector moderno ante los procesos económicos actuales y los nuevos desarrollos tecnológicos. *Revista Iberoamericana de educación*, 2. doi: <https://doi.org/10.35362/rie201231>

Solsona, B., Fernández, R., Sánchez, R., & Sanchis, R. (2021). Implementación del método del caso en la asignatura de Ingeniería de Procesos y Productos II del grado en Ingeniería Química. *Congreso In-Red 2021: VII Congreso de Innovación Educativa y Docencia en Red*, 128-139. doi:<http://dx.doi.org/10.4995/INRED2021.2021.13471>

Tamayo, J. (2025). Los rezagos de la educación tradicional en los momentos actuales en el Ecuador: Una educación carcelaria dentro de las instituciones educativas. *Journal of Economic and Social Science Research*, 5(1), 131-145. doi:<https://doi.org/10.55813/gaea/jessr/v5/n1/165>

Tapias, G. H. (1999). Ingeniería Química: escenario futuro y dos nuevos paradigmas. *Revista de Ingeniería Química*, 359, 179-186.

Toro, R., & Raúl, M. (2020). Aprendizaje basado en problemas para mejorar el.

Towler, G., & Sinnott, R. (2022). *Chemical Engineering Desing*. Elsevier. doi:10.1002/9781118477304

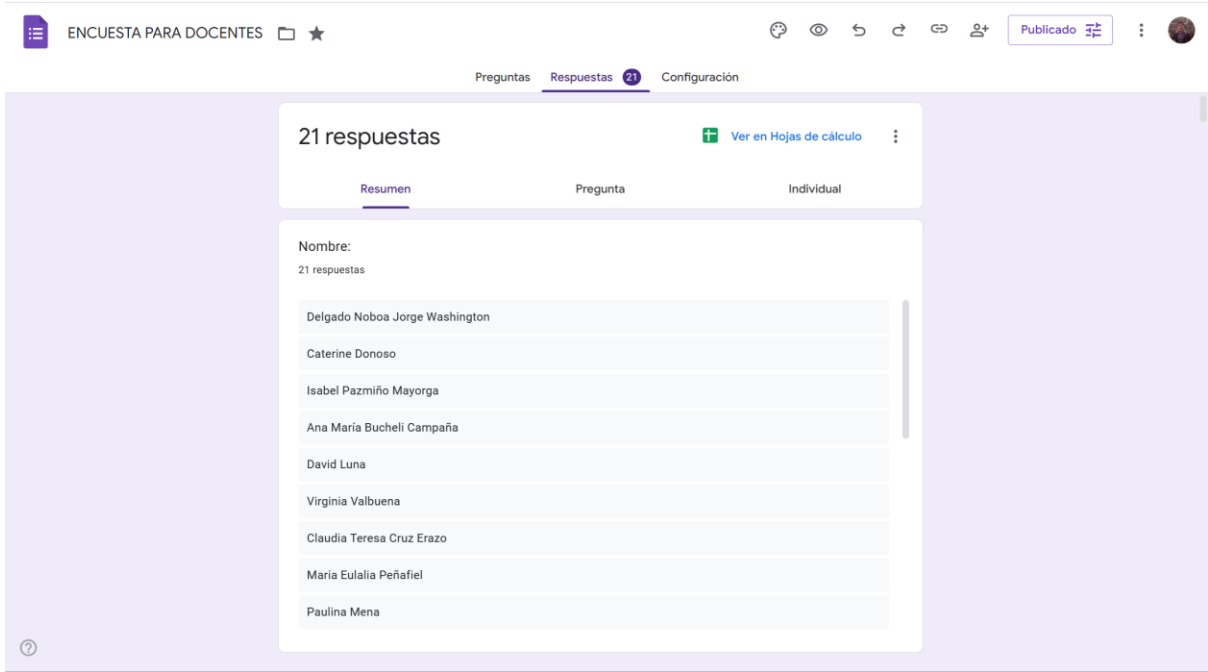
Vega, F., Portillo, E., Cano, M., & Navarrete, B. (2014). Experiencias de aprendizaje en Ingeniería Química: Diseño, montaje y puesta en marcha de una unidad de Destilación

a escala Laboratorio mediante el aprendizaje basado en problemas. *Formación Universitaria*, 7(1). doi:10.4067/S0718-50062014000100003

Villanueva, O. R. (2023). Medición de la efectividad de las presentaciones en las clases magistrales y en las exposiciones de trabajos avanzados de estudiantes. *Proyecto de Innovación Docente, Facultad de Medicina, Departamento de Salud Pública y Materno-Infantil, Universidad Complutense de Madrid*(218).

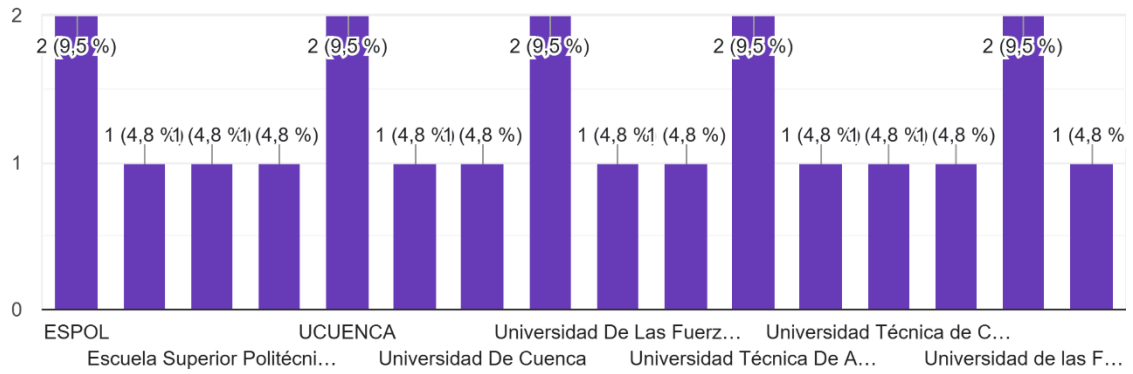
ANEXOS

Anexo A. Encuestas realizadas



Institución:

21 respuestas



docs.google.com/spreadsheets/d/1q1r8pGkPbEmHmvy1Et6GCB4fa_JYt0s35C3mJC0is/edit?resourcekey=&gid=1220733787#gid=1220...

Formulario sin título (respuestas)

1	Marca temporal	Nombre:	Institución:	1. ¿Cuántos años lleva impartiendo asignatur	2. ¿Qué formación académica posee en el ár	3. ¿Tiene experiencia utilizando herramientas	4. ¿Qué métodos utiliza para enseñar operaci	5. ¿Incluye
2	5/05/2025	Javier Sayavedra	Universidad de las Fuerz	4-6 años	Ingeniería, Maestría	SI	Exposiciones magistrales, Prácticas en laborator	SI
3	5/05/2025	Mario Mayorga	Espe	1-3 años	Ingeniería	SI	Exposiciones magistrales	No
4	5/05/2025	Paulina Mena	Universidad Técnica de	1-3 años	Ingeniería, Maestría	SI	Prácticas en laboratorio, Simulaciones por softwe	SI
5	5/05/2025	Pablo Sebastian Espinel	Universidad de las Fuerz	Menos de 1 año	Ingeniería	SI	Simulaciones por software	SI
6	6/05/2025	Marco Fiallos	Universidad de Murcia	Menos de 1 año	Ingeniería, Maestría	SI	Prácticas en laboratorio, Simulaciones por softwe	SI
7	16/06/2025	Isabel Pazmiño Mayorgi	Universidad Técnica De	1-3 años	Doctorado	SI	Exposiciones magistrales, Simulaciones por softy	No
8	16/06/2025	David Luna	Univesidad De Las Fuerz	4-6 años	Maestría	SI	Exposiciones magistrales, Simulaciones por softy	SI
9	16/06/2025	Jessenia López	Universidad De Las Fuer	1-3 años	Maestría	SI	Exposiciones magistrales, Prácticas en laborator	No
10	16/06/2025	Caterine Donoso	Universidad Técnica De	Más de 6 años	Maestría	SI	Exposiciones magistrales, Simulaciones por softy	SI
11	24/06/2025	Virginia Valtuena	Universidad De Las Fuer	1-3 años	Doctorado	SI	Exposiciones magistrales, Prácticas en laborator	No
12	24/06/2025	HEBERT MOLERO	Universidad Estatal de B	Más de 6 años	Doctorado	SI	Exposiciones magistrales, Prácticas en laborator	SI
13	24/06/2025	Pablo Vinicio Tuza	Universidad Técnica De	Más de 6 años	Doctorado	SI	Exposiciones magistrales, Prácticas en laborator	SI
14	24/06/2025	Ana Maria Buchell Camj	Escuela Superior Politéc	Menos de 1 año	Maestría	SI	Exposiciones magistrales, Simulaciones por softy	No
15	24/06/2025	Carlos Jeanpier Yagos J	Universidad De Las Fuer	1-3 años	Maestría	SI	Exposiciones magistrales, Simulaciones por softy	SI
16	25/06/2025	Moreira Valenzuela Cés	ESPOL	Más de 6 años	Maestría	SI	Exposiciones magistrales, Prácticas en laborator	No
17	25/06/2025	Águla Chávez Diana	ESPOL	1-3 años	Maestría	SI	Exposiciones magistrales, Prácticas en laborator	SI
18	25/06/2025	Claudia Teresa Cruz Era	UTPL	4-6 años	Maestría	SI	Exposiciones magistrales, Simulaciones por softy	SI
19	25/06/2025	Tsai Garcia Perez	Universidad De Cuenca	1-3 años	Maestría	No	Exposiciones magistrales	No
20	25/06/2025	Delgado Noboa Jorge W	UCUENCA	Más de 6 años	Ingeniería	SI	Exposiciones magistrales, Simulaciones por softy	SI
21	25/06/2025	Maria Eulalia Peñafiel	UCUENCA	Más de 6 años	Doctorado	SI	Exposiciones magistrales, Prácticas en laborator	No
22	25/06/2025	Ernesto Hale De La Tom	Escuela Politécnica Nac	Más de 6 años	Maestría	SI	Exposiciones magistrales, Prácticas en laborator	SI
23								

Anexo B. Simulaciones en Aspen Hsysys

[https://drive.google.com/drive/folders/1S93JsEryhevLgqD384ERNZGleV5PMOtt?usp=shari
ng](https://drive.google.com/drive/folders/1S93JsEryhevLgqD384ERNZGleV5PMOtt?usp=sharing)