

Elaboración de una herramienta didáctica para la enseñanza del diseño de una columna de destilación fraccionada aplicando el método de Ponchon Savarit.

Carol Valentina Parra Ladino y Jonathan David Canónigo Galvis

Trabajo de Grado para optar el Título de Ingeniero Químico

Director

Omar Andrés Benavides Prada
Prof. Escuela de Ingeniería Química

Universidad Industrial de Santander
Facultad de Ingenierías Físicoquímicas
Escuela de Ingeniería Química
Bucaramanga
2025

Agradecimientos

En primer lugar, agradezco a Dios, quien ha sido mi guía y compañía en este camino llamado vida, dándome fuerza y serenidad para nunca rendirme ni desistir de cumplir mis sueños, aunque sea difícil llegar a la meta.

Gracias infinitas a mis padres y abuela, por su amor y apoyo incondicional, por sus palabras de aliento cuando sentía que no podía y por siempre confiar en mí. Gracias por alentarme y enseñarme que con dedicación y esfuerzo puedo lograr todo lo que me proponga. A mis hermanos, también les expreso mi gratitud por acompañarme y siempre repetirme lo orgullosos que estaban de mí. A mis ángeles en el cielo, porque ustedes conocen el camino que tuve y sé que las fuerza para salir, siempre fue gracias a ustedes. Este logro les pertenece.

A mis mejores amigas de vida y compañeros que la vida me permitió conocer en la universidad, gracias, por estar conmigo en los momentos de estrés, tristeza, pero también en los de alegría y celebración. Su compañía hizo de este camino una experiencia inolvidable y llena de recuerdos.

A mi compañero de tesis, infinitas gracias por asumir este reto conmigo, por el apoyo inigualable y la amistad sincera. Desde el primer momento la dedicación, entrega y compromiso por llegar hasta el fin, es lo que nos tiene hoy acá a punto de ser unos excelentes Ingenieros Químicos.

Por último, agradezco a todos los que estuvieron presentes en mi vida universitaria, dejando huella en este camino y que de una u otra forma me ayudaron, me apoyaron y me sostuvieron cuando más lo necesité. Esta tesis es el resultado de un esfuerzo colectivo. Infinitas gracias a todos.

Carol Valentina Parra Ladino

Agradecimientos

Agradezco profundamente a mi abuela por ser el motor y pilar fundamental en mi vida, por haber estado siempre a mí lado buscando lo mejor para mí, por dar todo lo que está a su alcance para ayudarme y quien ha hecho un gran esfuerzo y sacrificio para lograr alcanzar este logro que le pertenece tanto como a mí.

A mi madre y a mi tía, por ser guías en este largo camino, por estar siempre presentes en todo momento para sostenerme ante las adversidades y alentándome siempre a mejorar y superar los obstáculos se me presentaran para lograr ser quien soy hoy en día.

A Alejandra quien su amor y apoyo incondicional me han sido de gran ayuda en todo este proceso, gracias por confiar en mí incluso en aquellos momentos de incertidumbre, y por acompañarme en todo momento deseando de corazón lo mejor para mi vida.

A mi compañera de tesis, por su gran apoyo, esfuerzo, paciencia y dedicación para con este proyecto y lograr cumplir nuestros objetivos. Su gran amistad genuina y honesta en este camino es una de las más gratas sorpresas que me llevo de mi etapa universitaria.

Finalmente, agradezco a todos mis familiares, amigos y compañeros de estudio que durante este tiempo en la universidad estuvieron presentes e influyeron en mi vida, aportando para lograr este gran objetivo.

Jonathan David Canónigo Galvis

Tabla de Contenido

Introducción	11
1. Objetivos.....	13
1.1. Objetivo general.....	13
1.2. Objetivos específicos	13
2. Marco conceptual.....	14
2.1. Objeto virtual de aprendizaje	14
2.2. Gamificación.....	14
2.2.1. Objetivos de la gamificación	14
2.2.2. Logro de un resultado mediante la gamificación	14
2.3. Destilación	15
2.4. Método de Ponchon-Savarit.....	15
2.5. Genially.....	16
2.5.1. Funcionalidades	16
2.5.2. Integraciones	16
2.6. Escala de Likert.....	17
2.7. Tipos de aprendizaje	17
2.7.1. Aprendizaje significativo	17
2.7.2. Aprendizaje autónomo	17
2.7.3. Programación Neurolingüística	18

2.7.3.1.	Aprendizaje visual	18
2.7.3.2.	Aprendizaje auditivo	18
2.7.3.3.	Aprendizaje Kinestésico	18
3.	Estado del arte.....	20
4.	Metodología	22
4.1.	Etapa 1	22
4.2.	Etapa 2	23
4.3.	Etapa 3	24
5.	Resultados	25
5.1.	Descripción general del objeto virtual de aprendizaje	25
5.1.1.	Interfaz general del OVA.....	25
5.2.	Contenido	29
5.3.	Aplicación del OVA	30
5.4.	Evaluación del OVA mediante la encuesta aplicada tipo Likert	31
6.	Conclusiones	36
7.	Recomendaciones	38
	Referencias.....	39
	Apéndices.....	42

Lista de Tablas

Tabla 1. Resultados de le encuesta tipo Likert.....	31
Tabla 2. Resumen pregunta abierta 1	33
Tabla 3. Resumen pregunta abierta 2.....	34

Lista de Figuras

Figura 1. Diagrama metodológico de la construcción del OVA.....	22
Figura 2. Portada de inicio del OVA	25
Figura 3. Introducción de la historia del OVA	26
Figura 4. Mapa del tesoro que representa cada sección del OVA	26
Figura 5. Explicación de los elementos interactivos del OVA.....	27
Figura 6. Contenido y recompensa isla 2.....	28
Figura 7. Inicio y fin del quiz	28
Figura 8. Fin del OVA	29

Lista de Apéndice

Apéndice A. Sistema de recompensas de la narrativa implementada	42
Apéndice B. Encuesta tipo Likert con preguntas abiertas para la valoración del OVA	44

Resumen

Título: Elaboración de una herramienta didáctica para la enseñanza del diseño de una columna de destilación fraccionada aplicando el método de Ponchon Savarit*

Autor: Carol Valentina Parra Ladino y Jonathan David Canónigo Galvis**

Palabras Clave: Objeto Virtual de Aprendizaje (OVA), Operaciones Unitarias, destilación binaria, Gamificación, Genially, Ponchon-Savarit.

Descripción: El presente trabajo tiene como finalidad el diseño e implementación de un Objeto Virtual de Aprendizaje (OVA) como complemento del tema de diseño de torres de destilación binaria, en la asignatura Operaciones Unitarias II del programa académico de Ingeniería Química de la Universidad Industrial de Santander. Debido a la imposibilidad de abordar la temática Ponchon-Savarit dentro de la malla curricular, se desarrolló una herramienta didáctica mediante la plataforma Genially, utilizando elementos de gamificación como una narrativa de aventura pirata incluyendo sistemas de recompensas, buscando de esta manera aumentar el interés por parte de los estudiantes del curso intersemestral de la asignatura anteriormente mencionada a quienes se le presentó la herramienta.

El OVA desarrollado consta de 5 secciones representadas por islas del tesoro, las cuales contienen videos explicativos, diapositivas interactivas y dos quices que permiten el avance durante la historia. Así mismo, se cuenta con un ejercicio práctico final en el que los estudiantes pueden poner a prueba todo lo aprendido. Finalizada la implementación se contó con una encuesta tipo Likert mediante la cual los estudiantes presentaron su valoración de la herramienta, resaltando la alta aceptación del OVA con una valoración positiva del 89 % de los encuestados, los cuales destacan la narrativa y los elementos interactivos, aportando adicionalmente comentarios de retroalimentación para futuras mejoras.

* Trabajo de Grado

** Facultad de Ingenierías Físicoquímicas. Escuela de Ingeniería Química. Director: Omar Andrés Benavides Prada. Prof. Escuela de Ingeniería Química.

Abstract

Title: Development of a didactic tool for teaching the design of fractional distillation columns using the Ponchon-Savarit method*

Author: Carol Valentina Parra Ladino and Jonathan David Canónigo Galvis¹

Key Words: Virtual Learning Object (VLO), Unit Operations, binary distillation, Gamification, Genially, Ponchon-Savarit.

Description: The aim of this work is to design and implement a Virtual Learning Object (VLO) as a supplementary tool for binary distillation column design topic, in the Unit Operations II course of the Chemical Engineer program at the Universidad Industrial de Santander. Due to the impossibility of covering the Ponchon-Savarit method within the academic curriculum, a didactic tool was developed using the Genially platform, incorporating gamification elements such as a pirate adventure narrative and reward systems, aiming to increase students interest and engagement in the intersemester course of the aforementioned subject to whom the tool was presented.

The developed VLO consists of five sections represented as treasure islands, each containing explanatory videos, interactive slides, and two quizzes that allow progress throughout the story. Additionally, there is a final practical exercise in which students can apply all the knowledge acquired. Once the implementation was complete, a Likert-scale survey was conducted through which students provided their evaluation of the tool's effectiveness. Results indicated high acceptance of the VLO, with 89 % of respondents providing positive feedback. They particularly emphasized the narrative and interactive elements, and also offered constructive comments for future improvements.

* Bachelor's Thesis

¹ Faculty of Physicochemical Engineering. Chemical Engineering Department. Director: Omar Andrés Benavides Prada. Prof. Chemical Engineering Department.

Introducción

El sector de la educación hoy en día se enfrenta a un mundo mucho más globalizado que en épocas anteriores, donde la integración de herramientas digitales se hace cada vez más presente en las formas de estudio y enseñanza de los actores que representan los centros educativos (estudiantes y profesores). Este fenómeno ha sido generado gracias al alto impacto tecnológico en la sociedad actual, intensificándose con la pandemia causada por el virus SARS-CoV-2 ocurrida en 2020, que obligó a digitalizar de manera momentánea las clases, obligando a los profesores a emplear nuevas herramientas de aprendizaje y apoyarse en los recursos tecnológicos disponibles. Dado lo expuesto, un estudio nacional sobre el uso de recursos educativos digitales abiertos (REDA) sugiere que los estudiantes se sienten más satisfechos y se comprometen más con las actividades propuestas que se mantienen disponibles en la web, demostrando resultados positivos para el panorama de la educación colombiana (Cámara Colombiana de Informática y Telecomunicaciones [CCIT], 2024).

En un contexto más cercano, dentro del programa de Ingeniería Química en la Universidad Industrial de Santander, las operaciones unitarias constituyen uno de los pilares sobre los cuales se cimenta el aprendizaje, resaltando el estudio y diseño de torres de destilación como parte fundamental de los procesos industriales (*Hongdinghua Chemical Equipment*, 2023). La importancia de las torres de destilación radica en su función de separar los componentes de una mezcla cuando estos son apreciablemente volátiles, contando con diferentes técnicas para su diseño como el método de Ponchon-Savarit, en el cual se aplican balances de materia, relaciones de equilibrio y balances de energía, lo que permite analizar el equilibrio líquido-vapor considerando la variación de las entalpías en función de la composición (Treybal, 1980). Ponchon-Savarit es especialmente útil para los procesos donde los efectos calóricos de la mezcla son

significativos, resultando en cálculos más complejos que limitan la aplicabilidad del método McCabe-Thiele, el cual es el método enseñado en la asignatura durante cada semestre.

Teniendo en cuenta lo anterior, y reconociendo que la temática de la asignatura es extensa y el método de Ponchon-Savarit no es posible abordarlo con acompañamiento del docente durante las clases, se diseñó un objeto virtual de aprendizaje (OVA) mediante la plataforma Genially, incorporando elementos de gamificación y orientado al aprendizaje del método mencionado, permitiendo al alumno el acceso a nuevos conocimientos de forma autónoma. El OVA se diseñó con una temática de aventura, orientando al usuario hacia la consecución de un objetivo específico mediante su recorrido interactivo. La herramienta cuenta con 5 módulos representados por islas, los cuales contienen elementos audiovisuales, ejemplos prácticos, y toda la información necesaria para facilitar la comprensión y aplicación de la técnica en el diseño de torres de destilación.

1. Objetivos

1.1. Objetivo general

Elaborar una herramienta virtual de aprendizaje para la enseñanza del diseño de torres de destilación convencional aplicando el método de Ponchon-Savarit.

1.2. Objetivos específicos

- Definir una estrategia didáctica para la elaboración del objeto virtual de aprendizaje.
- Elaborar un objeto virtual de aprendizaje aplicando los conceptos teórico-prácticos del método de Ponchon-Savarit.
- Valorar la efectividad de la estrategia didáctica como método de aprendizaje para los estudiantes de Ingeniería Química.

2. Marco conceptual

2.1. Objeto virtual de aprendizaje

Un OVA puede ser utilizado como estrategia de aprendizaje gracias a los múltiples beneficios que ofrece en la educación superior. Es una herramienta pedagógica que permite una presentación didáctica de los contenidos, teniendo en cuenta distintas formas interactivas y audiovisuales, favoreciendo un aprendizaje autónomo y accesible, y un nivel más alto de comprensión, permitiendo el desarrollo de capacidades innovadoras (Choez *et al.*, 2021).

2.2. Gamificación

Rozhenko *et al.*, (2021) entienden la gamificación es la inclusión de técnicas de juego en el proceso de aprendizaje, cuyo propósito es promover y afianzar la atención de los estudiantes, aumentando el interés cognitivo y el deseo de resolución de problemas. El modelo educativo de gamificación combina orgánicamente el concepto de juegos con contenidos educativos, donde se introducen elementos propios de un juego como la configuración de niveles, sistemas de recompensas y juegos de rol (Fu *et. a.l.*, 2024).

2.2.1. Objetivos de la gamificación

La gamificación busca estimular la motivación, así como mejorar la participación, el entusiasmo y la eficacia en el aprendizaje de los estudiantes, logrando un ambiente de aprendizaje vivido, interesante y agradable (Fu *et. Al.*, 2024).

2.2.2. Logro de un resultado mediante la gamificación

El logro de los resultados mediante la gamificación puede ocurrir gracias a los siguientes factores (Ling & Abdul Aziz, 2022):

- El objetivo pedagógico toma la forma de una tarea de juego.

- La actividad educativa se rige por las reglas del juego.
- El elemento motivacional es efecto de la competencia y la competición.
- El resultado del juego es el logro del objetivo pedagógico que se estableció.

2.3. Destilación

La destilación es la técnica de separación más común en la industria de procesos químicos para purificar o fraccionar productos. Una torre de destilación tiene como finalidad separar los componentes de una mezcla cuando estos son apreciablemente volátiles, y depende de la distribución de las sustancias entre una fase líquida y una gaseosa, aplicándose a los casos en que todos los componentes están presentes en las dos fases (Treybal, 1980).

2.4. Método de Ponchon-Savarit

Según Valiente Barderas, (2010), el método Ponchon-Savarit es una técnica gráfica de solución de problemas de destilación binaria que utiliza los diagramas de entalpía-composición. Esos diagramas permiten visualizar tanto la composición como la temperatura y la entalpía de las mezclas, representando los balances de masa y de energía.

El método resulta muy útil cuando existen calores de mezcla o cuando se trabaja con mezclas no ideales que presentan puntos azeotrópicos. Así mismo, es aplicable cuando los calores molares de los compuestos puros difieren considerablemente, lo que provoca que los flujos molares varíen de plato a plato. Bajo estas condiciones, las ecuaciones simplificadas de McCabe-Thiele no son válidas, ya que se requiere que los calores molares de los compuestos sean muy parecidos para asumir un flujo molar constante a lo largo de la torre.

El método Ponchon-Savarit se puede desarrollar indistintamente en base de masa o molar, ya que no posee la limitación de utilizar unidades molares debido a la no necesidad de suponer la

igualdad de calores latentes como McCabe-Thiele. De esta manera, alternando los balances de masa y energía con los cálculos de equilibrio, es posible obtener el número de platos ideales y el punto de alimentación en la concentración y entalpías apropiadas.

2.5. Genially

Genially es una plataforma en la nube que permite transformar material estático a interactivo como SCORM, HTML, presentaciones, video-presentaciones, guías, infografías y material formativo sin necesidad de programación mediante código. Genially se caracteriza por ofrecer una interfaz intuitiva y posibilitar la creación de contenido dinámico. De esta manera, los usuarios pueden desarrollar sus creaciones interactivas programando el contenido a su elección (Linares, 2025).

2.5.1. Funcionalidades

Genially ofrece diversas interacciones y animaciones como ventanas emergentes, efectos en pantalla configurados por tiempo, etiquetas flotantes, y la carga de videos y audios a la interfaz. Genially posee también herramientas para gamificar, permitiendo añadir mecánicas de juego en las creaciones, para las cuales se pueden generar quices con más de 12 tipos de preguntas configurables, posibilitando el análisis de sus resultados con asistentes de inteligencia artificial IA (Genially, s. f.).

2.5.2. Integraciones

Genially ofrece la posibilidad de exportar el contenido en múltiples formatos, como PDF, HTML y MP4. Entre las integraciones que complementan la plataforma se encuentran Google Drive y Dropbox, de donde se pueden tomar archivos guardados para ser utilizados en la generación de contenido en Genially, así como subir videos o enlaces desde YouTube, Vimeo o

Drive. Además, permite la inserción de sitios web o aplicaciones directamente, como Google Maps, redes sociales o documentos en línea. (Linares, 2025).

2.6. Escala de Likert

Para Jovancic (2022), la escala de Likert es una escala que mide las percepciones, actitudes y opiniones de las personas, permitiendo al encuestado expresar su actitud frente a un tema específico mediante la elección de una de las opciones de respuesta dadas. A diferencia de las preguntas binarias, donde solo se ofrecen dos opciones de respuesta, las preguntas de escala Likert tienen como característica una mayor gama de opciones para elegir, que generalmente van de un extremo a otro graduando la aprobación o desaprobación del encuestado. Esta opción de ofrecer más grados de opinión posibilita que se reciban comentarios valiosos y relevantes de los encuestados, especialmente cuando se tienen conceptos menos concretos que no son medibles fácilmente.

2.7. Tipos de aprendizaje

2.7.1. Aprendizaje significativo

Es un tipo de aprendizaje donde el estudiante asocia la información nueva con un concepto relevante ya existente en la estructura cognitiva, entendiéndose por estructura cognitiva al conjunto de conceptos e ideas que un individuo ha construido en una disciplina determinada. Esta relación se da de modo no arbitrario y sustancial, reconstruyendo y reajustando ambas informaciones en este proceso (Ausubel, 1983).

2.7.2. Aprendizaje autónomo

Macedo (2023) plantea el aprendizaje autónomo como un proceso donde el estudiante se convierte en el protagonista y único responsable de su aprendizaje, pues construye y autorregula

el mismo, tomando conciencia de sus propios procesos y permitiéndole decidir cómo y cuándo aprender, propiciar su creatividad, tener en cuenta sus dificultades y el modo en el cual las va a superar sin perder el objetivo.

2.7.3. Programación Neurolingüística

La programación neurolingüística incluye una serie de estrategias y procesos que le permiten a las personas encontrar el camino que consideran más idóneo a sus capacidades al momento de resolver cualquier tipo de problema. Desde esta perspectiva se afirma que el ser humano representa, procesa y retiene la información mediante tres sistemas, dependiendo de sus sentidos predominantes, siendo estos sistemas: visual, auditivo y kinestésico (Romero, 2016, p. 3).

2.7.3.1. Aprendizaje visual

En este tipo de aprendizaje las personas necesitan ver para aprender y comprender; es decir, cuando recuperan la información la visualizan en forma de imágenes, diagramas, esquemas, colores, mapas y lecturas (Romero, 2016, p. 4).

2.7.3.2. Aprendizaje auditivo

Este aprendizaje se logra a través de estímulos auditivos. El individuo aprende escuchando y, por lo tanto, cuando recupera la información suele recordarla por medio de una voz que le dicta lo que necesita, como por ejemplo en explicaciones y discusiones presentadas por un compañero o profesor, grabaciones, música, etc. (Romero, 2016, p. 7).

2.7.3.3. Aprendizaje Kinestésico

Gardner, (1983) - citado en Ernst-Slavit, (2001) - en su teoría de las inteligencias múltiples, describe que las personas con este tipo de aprendizaje suelen retener la información y aprender mediante percepciones de carácter fisiológico y sus sensaciones; por ejemplo, tienen facilidad al

momento de hacer trabajos manualmente o de aprender nuevos deportes, ya que el movimiento constante y las tareas prácticas permiten la participación en su proceso personal.

3. Estado del arte

Una de las formas en las que un objeto virtual de aprendizaje se puede implementar en la educación superior es mediante la gamificación. En la enseñanza mediante gamificación los estudiantes pueden obtener una sensación de logro y recompensa, desarrollar habilidades de resolución de problemas y espíritu de trabajo en equipo al completar ciertas tareas. La implementación de una estrategia didáctica de aprendizaje actúa entonces como un medio propicio para que los estudiantes transformen los conocimientos abstractos en operaciones complejas, mejorando la memoria y comprensión de los temas al enfrentarse a desafíos que estimulen su capacidad de raciocinio y pensamiento crítico, manteniendo simultáneamente su interés y permitiendo a su vez una retroalimentación inmediata, donde el estudiante pueda conocer sus falencias y así ajustarlas oportunamente (Fu *et al.*, 2024).

En el ámbito educacional colombiano, Martínez *et al.*, (2018) analizaron la contribución de los OVA en el área de cálculo diferencial a 120 estudiantes de ingeniería de primer semestre de la Institución Universitaria de Barranquilla y la Universidad de la Costa, en Barranquilla, Colombia. Se dividió a los estudiantes en dos grupos: grupo control y grupo experimental, cada uno de 60 estudiantes a los cuales se le aplicó una prueba diagnóstica al inicio del semestre y una prueba final al concluir el curso. De esta manera determinaron que los estudiantes del grupo experimental, al que se le incorporó el OVA al proceso de enseñanza-aprendizaje con orientación docente, desarrollaron habilidades matemáticas un 25.9 % por encima del grupo control. Además, el 55 % de los estudiantes consideraron que la herramienta fue eficaz para reforzar sus conocimientos de cálculo diferencial.

En un enfoque más cercano dentro de la Universidad Industrial de Santander, Alvarado y Rodríguez, (2021) implementaron una herramienta virtual de aprendizaje para una asignatura

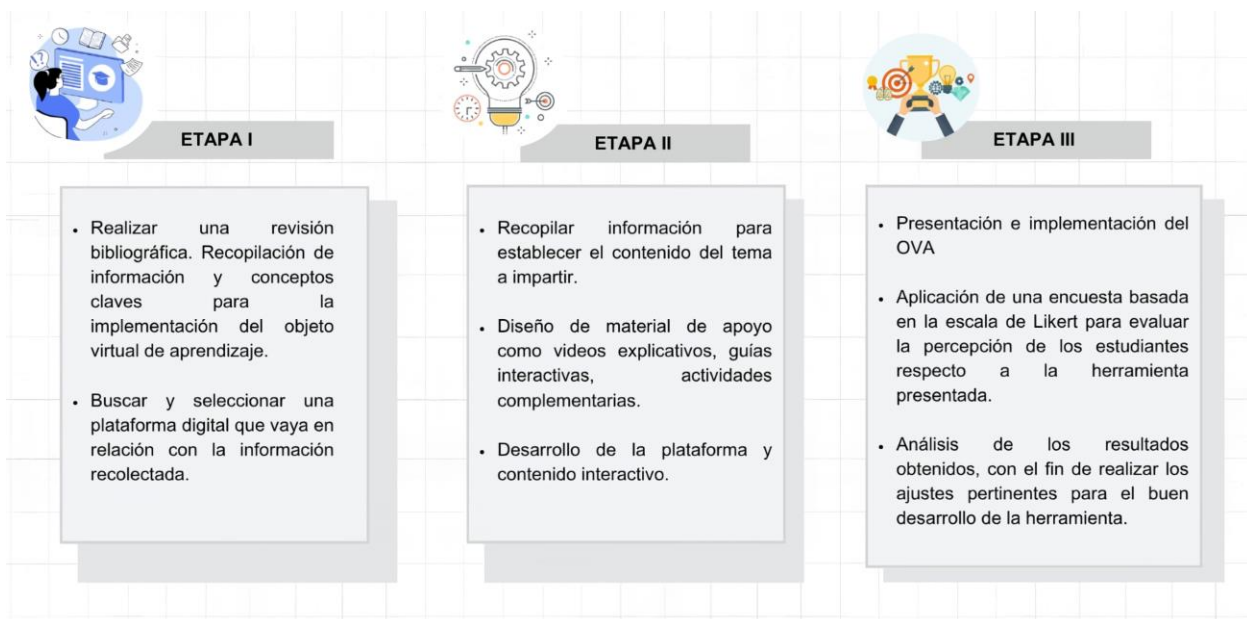
perteneciente al plan de estudios de Ingeniería Química: Laboratorio de Procesos II. El OVA permitió a los estudiantes resolver dudas acerca del equipo utilizado en la práctica de secador de bandejas. La herramienta obtuvo un 93.7 % de aprobación por parte de los estudiantes, quienes mencionaron que, previo a la implementación de esta, el material de apoyo de la práctica carecía de un contenido adecuado para su realización. Así mismo, Carrillo (2021) diseñó una estrategia de gamificación para la asignatura Operaciones Unitarias II, con el objetivo de reforzar el conocimiento de los estudiantes en el tema de destilación binaria mediante una herramienta que simula un juego. EL OVA implementó a un grupo de la asignatura mencionada y se aplicó una encuesta basada en la escala de Likert con el fin de conocer y valorar la propuesta. El grupo de prueba consideró la gamificación como una herramienta útil y complementaria; para un 86.21 % de los estudiantes la estrategia fue válida el desarrollo de los contenidos temáticos de la asignatura, y un 96.55 % consideraron pertinente que este tipo de herramientas se extienda a otras asignaturas. Finalmente, Lizarazo y Pabón, (2024) implementaron un OVA aplicando elementos de gamificación a estudiantes matriculados en la asignatura de Introducción a la Ingeniería. La estrategia pedagógica se centró en contenidos esenciales de la asignatura tales como: diagramas de flujo, sistema de unidades, equipos involucrados en procesos químicos, y principios de conservación de la masa. La implementación del OVA también se evaluó mediante una encuesta basada en la escala de Likert, donde cerca del 86 % de los estudiantes aprobaron su uso, y el 96.8 % afirmó que el uso del material audiovisual tiene la capacidad de impulsar los niveles de motivación en el proceso de formación mediante su interactividad.

4. Metodología

El diseño metodológico propuesto para este proyecto se dividió en tres etapas como se aprecia en la Figura 1. Las etapas están relacionadas directamente con los objetivos específicos planteados.

Figura 1.

Diagrama metodológico de la construcción del OVA.



4.1. Etapa 1

En esta etapa se realizó una revisión bibliográfica en bases de datos como la biblioteca digital de la Universidad Industrial de Santander, Scielo, ScienceDirect, Dialnet y Google Académico, considerando únicamente los artículos publicados en los últimos 5 años en español e inglés, y que tenían relación con la implementación de objetos virtuales de aprendizaje en la educación superior. Esta revisión se hizo con el fin de recopilar información, investigar y poder comprender conceptos y elementos claves para el desarrollo de un OVA como estrategia didáctica.

Una vez se recopilada la información teórica necesaria, se buscó y seleccionó una plataforma digital con ciertas características y puntos a evaluar. Se tuvo en cuenta que fuera una plataforma de código abierto o con licencias que manejara la universidad, de fácil uso y de funcionamiento efectivo para quienes la iban a utilizar. Por las razones mencionadas anteriormente, Genially cumplía con las características necesarias.

4.2. Etapa 2

La segunda etapa se centró en el diseño, estructura y construcción del objeto virtual de aprendizaje, donde se inició recopilando información sobre el diseño de torres de destilación convencional aplicando el método de Ponchon-Savarit. Como parte de este proceso se tuvo que definir y estructurar la temática para garantizar una organización clara y, además, que el contenido presentado se encontrara coherente, adecuado y relevante para el aprendizaje efectivo de los estudiantes. Por esta razón la temática se dividió en 5 partes, encontrando en los 3 primeros puntos conceptos previos necesarios y en las 2 partes restantes el método de interés.

1. Método McCabe-Thiele.
2. Fundamentos termodinámicos.
3. Diagramas entalpía-composición.
4. Balances de masa y energía.
5. Método Ponchon-Savarit.

Tras realizar la división de la temática se inició con el diseño del material de apoyo como micro contenidos, presentaciones dinámicas, misiones, evaluaciones, entre otros. Cada uno cumpliendo con un papel importante para el buen desarrollo del objeto virtual de aprendizaje. Una vez finalizado el diseño del material de apoyo, se integró en la plataforma Genially, donde se diseñó un entorno interactivo para presentar la información. Para esto se seleccionó una plantilla

de fácil uso que permitiera integrar elementos de gamificación como interactividad, audios, personajes, animación, videos, etc. El eje narrativo consistió en una historia llamada “Destilación Pirata”, donde el estudiante debe recorrer el mapa del tesoro, donde cada isla representa una división de la temática, y 3 piratas son sus guías para poder obtener como recompensa el secreto del ron destilado.

4.3. Etapa 3

En esta etapa, tras el desarrollo del OVA mediante la plataforma Genially, y garantizando que su estructura y contenido abordado permite obtener los conocimientos suficientes para la resolución de las actividades propuestas, se procedió a presentar e implementar el OVA a los estudiantes del curso intersemestral de la asignatura Operaciones Unitarias II, donde se evaluó su desempeño mediante dos quices propuestos que abarcan todas las temáticas anteriormente planteadas. Además, se registró su opinión y nivel de satisfacción con la herramienta, utilizando para ello una encuesta basada en la escala de Likert, fundamental para medir actitudes, opiniones y percepciones de los encuestados sobre un tema específico mediante una mayor gama de opciones que las preguntas binarias, permitiendo así conocer de mejor manera los grados de acuerdo o desacuerdo que tenían los estudiantes con la herramienta.

Adicionalmente, se les permitió a los estudiantes presentar su opinión sobre el OVA mediante preguntas abiertas, presentando ideas de mejora y características que resaltan. Una vez finalizada la aplicación de la encuesta, se realizó el análisis de resultados con el fin de conocer el nivel de aceptación en el curso, además de realizar los ajustes pertinentes en caso de ser necesario.

5. Resultados

5.1. Descripción general del objeto virtual de aprendizaje

Según el ministerio de educación nacional un OVA es un recurso digital que puede ser reutilizado en diferentes contextos educativos y que implementa materiales como cursos, fotografías, videos, documentos, entre otros, para su desarrollo. Un objeto virtual de aprendizaje no solo se destaca por ofrecer información, sino también por impulsar la participación de los estudiantes en su proceso educativo (Ministerio de Educación Nacional [MEN], s.f.).

Teniendo en cuenta lo anterior, se realizó la estructura y desarrollo integral del OVA orientado a contribuir en el proceso de enseñanza-aprendizaje del tema; Método de Ponchon-Savarit que no se alcanza a dictar durante el programa de la asignatura de operaciones unitarias II.

5.1.1. Interfaz general del OVA

A continuación, se presenta la interfaz general del OVA. En la Figura 2 se observa la portada de inicio del OVA, cuando el estudiante ingresa el título e imagen de fondo ofrecen una idea preliminar sobre la temática de la historia que lo acompañará durante el recorrido.

Figura 2.

Portada de inicio del OVA



Con el fin de llevar un hilo secuencial en el OVA, se desarrolla una historia en un mundo de piratas, donde los estudiantes con la ayuda del capitán Barbanegra y su tripulación, buscan obtener el ron más puro de los siete mares como se muestra en la Figura 3. Para esto tienen un mapa del tesoro que deben seguir, el cual está dividido en islas que van presentando la temática necesaria para completar el proceso de destilación tal y como se aprecia en la Figura 4.

Figura 3.

Introducción de la historia del OVA

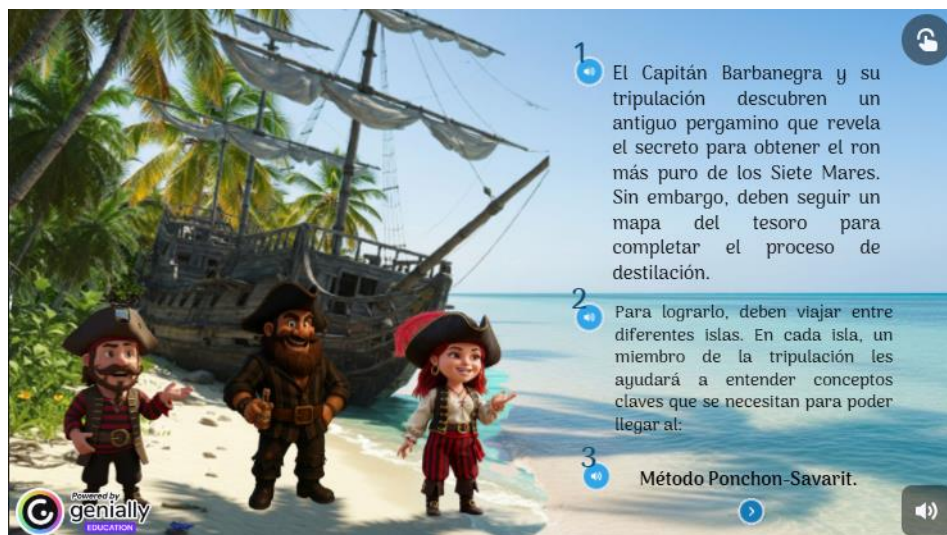


Figura 4.

Mapa del tesoro que representa cada sección del OVA



Adicional a esto, para facilitar navegar por el objeto virtual de aprendizaje, en la figura 5 el capitán Barbanegra presenta los elementos interactivos que se pueden encontrar y explica el significado de cada uno. Estos elementos presentan acciones de navegación del OVA, como regresar al mapa de islas o al índice de cada sección o continuar a la siguiente página. Así mismo, dos de los elementos interactivos despliegan información complementaria que se incorporó como ventana emergente con el objetivo de evitar la sobrecarga de texto en cada página con mucha información, y a su vez reducir el número total de páginas logrando una interfaz más ligera.

Figura 5.
Explicación de los elementos interactivos del OVA



En la Figura 6, se presenta la página con el índice de contenido que se va a manejar en la isla 2 y la recompensa que el estudiante va a encontrar una vez termine de navegar por la misma. Esta recompensa está relacionada con materiales o ingredientes principales que se necesitan al momento de preparar un Ron. De manera similar se estructuraron las islas 3, 4 y 5. La isla 1 no presenta índice de contenido ya que solo incluye un video explicativo sobre el método McCabe-Thiele, por lo que no se hace innecesaria la inclusión de este.

Figura 6.*Contenido y recompensa isla 2*

A continuación, se encuentra el enlace para visualizar el OVA:

<https://view.genially.com/6804340727308ea7328732e9/interactive-content-destilacion-pirata>

En la Figura 7, se presenta la interfaz de inicio y fin del quiz 1, el cual consta de 5 preguntas y debe ser presentado por el estudiante para poder avanzar en el objeto virtual de aprendizaje. De manera similar es la interfaz del quiz 2.

Figura 7.*Inicio y fin del quiz*

Por último, en la Figura 8, se muestra el fin del OVA, donde el estudiante tras realizar su viaje por cada isla planteada va a obtener su recompensa final, el secreto del ron destilado más refinado de los siete mares.

Figura 8.
Fin del OVA



5.2. Contenido

Como se mencionó en la etapa II de la metodología, se estructuraron 5 secciones en forma de islas, cada una centrada en un tema clave del método Ponchon-Savarit y los conceptos previos necesarios. En la primera isla se abordó el método visto en clase de McCabe-Thiele, por medio de un video explicativo, con el propósito de que los estudiantes mantengan presente el contenido y se faciliten las comparaciones con el método Ponchon-Savarit. En la segunda isla se presentan los fundamentos termodinámicos que son importantes para comprender los balances, por esto se abordan conceptos como el equilibrio líquido-vapor, la interpretación de diagramas de equilibrio y el concepto de entalpía líquido-vapor. Esta sección cuenta con un video tomado del canal de YouTube: Termodinámica y control en Ingeniería Química II y una explicación teórica donde se incluye el ejemplo 2.1, gráficas y tablas. La siguiente isla presenta la construcción y análisis de diagramas entalpía-composición para mezclas binarias por medio de un video teórico, también se explica la interpretación de curvas de líquido y vapor saturado y el uso de las curvas de saturación e isothermas en diagramas entalpía-composición. Por último, se ofrece una información adicional

sobre los azeótropos y se procede a presentar un quiz interactivo donde el estudiante se pone a prueba con los temas vistos en las islas 1, 2 y 3.

Para la isla 4, se inicia con una explicación sobre la regla de la palanca y se procede a la construcción de los balances de masa y energía para el método de Ponchon-Savarit, los cuales se presentan detalladamente por medio de un video teórico. Para la isla 5, se aborda el tema de trazado de líneas operacionales, el uso del punto de intersección para dividir la columna y el cálculo gráfico de etapas ideales y etapas mínimas en una torre de destilación mediante Ponchon-Savarit. Así mismo, se presentan las diferencias entre los métodos de McCabe-Thiele y Ponchon-Savarit, junto con aplicaciones prácticas de este último. Esta isla consta de 4 videos, explicación teórica y un quiz interactivo que le permitirá al estudiante avanzar para poder llegar a su recompensa final.

En este objeto virtual de aprendizaje se utilizaron 7 videos, de los cuales uno de ellos fue dividido en 2 partes por practicidad, esto con el fin de asegurar la concentración del estudiante. Todos los videos se encuentran en el canal de YouTube “Trabajo de grado” presente en el siguiente enlace: https://www.youtube.com/channel/UCL6_qm_uCJNg9bLnzOdhq7g

5.3. Aplicación del OVA

El OVA se implementó a los estudiantes del curso intersemestral de la asignatura Operaciones Unitarias II. Para la aplicación de la herramienta se requirió que los estudiantes previamente hubieran adquirido los conocimientos necesarios sobre el diseño de torres de destilación binaria mediante el método McCabe-Thiele, el cual es el método comúnmente enseñado en el contenido de la asignatura, con el fin de agilizar y facilitar la comprensión del material dado para el desarrollo del método Ponchon-Savarit.

5.4. Evaluación del OVA mediante la encuesta aplicada tipo Likert

Con el fin de conocer la percepción de los estudiantes frente al objeto virtual de aprendizaje aplicado, se realizó una encuesta tipo Likert, donde la escala de las respuestas se definió como: totalmente en desacuerdo, en desacuerdo, ni de acuerdo ni desacuerdo, de acuerdo y totalmente de acuerdo. Los resultados de la encuesta se presentan en la Tabla 1.

Tabla 1.
Resultados de la encuesta tipo Likert

Pregunta	Totalmente en desacuerdo	En desacuerdo	Ni de acuerdo, ni en desacuerdo	De acuerdo	Totalmente de acuerdo
¿Cree usted que fue útil el objeto virtual de aprendizaje para el desarrollo de un contenido temático que complementa lo visto en la asignatura?			5.3%	73.7%	21.1%
¿Se encontró el contenido del OVA claro y fácil de comprender?			5.3%	73.7%	21.1%
¿Cree que la distribución del contenido fue la más adecuada?			15.8%	63.2%	21.1%
¿El orden y la organización favorecieron a la comprensión de los conceptos?			5.3%	73.7%	21.1%
¿Cree que los ejemplos manejados para explicar la temática ayudaron a comprender de manera más eficiente el método visto?			21.1%	63.2%	15.8%
¿La evaluación y/o retroalimentación posibilitaron la medición del progreso en el aprendizaje?			15.8%	63.2%	21.1%
¿La interfaz del Objeto Virtual fue atractiva y fácil de entender?		5.3%		73.7%	21.1%
¿Las actividades, transiciones y navegación por el OVA fueron claras, sencillas e intuitivas, ayudando a mantener su atención?			10.5%	63.2%	26.3%
¿Las imágenes, animaciones, sonidos, grabaciones de audio y video fueron apropiados para ilustrar los contenidos abordados y mantener un ambiente inmersivo?			10.5%	68.4%	21.1%
¿Le gustaría que se implementaran este tipo de herramientas en otros temas que no se alcanzan a desarrollar dentro del tiempo establecido en la asignatura?	5.3%		10.5%	42.1%	42.1%
Teniendo en cuenta que este tema no se aborda en clase, pero contribuye a comprender de una forma más realista el funcionamiento y cálculo de etapas en una torre de destilación ¿Recomendaría este OVA a otros compañeros de estudio?				63.2%	36.8%

Durante el análisis de los resultados, se evidenció que hay una valoración en mayor escala positiva por parte de los estudiantes respecto al objeto virtual de aprendizaje. El 94.7 % de los estudiantes percibieron que fue útil el OVA para el desarrollo de un contenido temático que complementa lo visto en la asignatura y que su contenido fue claro y fácil de comprender. El 84.2 % está de acuerdo o totalmente de acuerdo con la distribución del contenido y el 15.8 % se mantiene neutral ante esta pregunta. En cuanto al uso de los ejemplos utilizados y retroalimentación por medio de quices más del 78 % considera que estos ayudaron a comprender el método visto y reforzar su progreso de aprendizaje.

Respecto a la estructura y navegación del OVA, la interfaz presentada fue bien recibida, más del 89 % de los estudiantes consideró que la narrativa, personajes, transiciones, interactividad y actividades fueron apropiados, generando un ambiente inmersivo. Sin embargo, el 5.3 % consideró que la herramienta puede tener partes no tan fáciles de navegación, punto que se tendrá en cuenta para posibles mejoras a realizar.

Por último, hay que resaltar que más del 84.2 % recomendarían este OVA y les gustaría que implementaran este tipo de herramientas en otros temas que no se alcanzan a dictar en la asignatura, reconociendo que estos recursos contribuyen de manera positiva a su formación como ingenieros químicos.

Adicional a la encuesta anterior, también se realizaron dos preguntas abiertas con el fin de conocer la opinión de los estudiantes. La primera pregunta fue: ¿Qué aspectos del Objeto Virtual de Aprendizaje le gustaron o cuáles aspectos positivos destacaría? Y sus resultados se presentan en la Tabla 2.

Tabla 2.*Resumen pregunta abierta 1*

Respuestas
Me gusto la manera interactiva de realizar al ova, en pequeños pasos o que sigue un juego interactivo, no esta tan cargado de texto cada pestaña y hay elementos que permiten ver de manera más grande los gráficos, tiene una secuencia para ir entendiendo poco a poco el tema, y me gusta que a medida que avanza se puede ir entendiendo con ejercicios y videos que facilitan la comprensión del tema, no esta dificil el navegar por el ova, al principio es un poco confuso porque no es una plataforma que uno utilice comúnmente.
En cuanto a los aspectos positivos de esta OVA, debo decir que presenta un método bastante llamativo para realizar el cálculo de torres de destilación. Además, me parece muy acertado que hayan implementado quices que permiten mantener el hilo conductor que lleva este proceso de aprendizaje, de esta manera el estudiante no se pierde en el camino y puede seguir avanzando de forma más organizada.
Me gustó el uso de recursos multimedia ya que los videos, imágenes y audios enriquecen el contenido y lo hace más atractivo.
La cantidad/calidad de los ejemplos en cada una de las etapas, fue fácil de interpretar y muy completo.
Me gustó que se hiciera un resumen de los temas anteriores vistos, esto en caso de no recordar algún detalle importante necesario para el desarrollo del nuevo método.
Valoro la intención de gamificar un tema complejo como el método de Ponchon-Savarit para verlo de forma rápida y complementar el contenido de Operaciones Unitarias II. Me gustó el concepto de la navegación pirata para encontrar el "secreto del ron refinado"
Destaco la inclusión de material audiovisual en el que se muestran desarrollo teórico de ejercicios.

De acuerdo con las respuestas obtenidas, el objeto virtual de aprendizaje fue valorado positivamente por los estudiantes que lo utilizaron, destacando su enfoque de gamificación con la narrativa pirata y el uso de recursos audiovisuales, lo que permitió enriquecer la experiencia y facilitar la comprensión del tema. Por otro lado, la implementación de ejemplos y quices fue bien recibida pues permitía mantener el hilo conductor de la temática presentada y así un avance

progresivo en su aprendizaje. Por último, resaltan lo importante de hacer un repaso de conceptos necesarios vistos anteriormente, en caso de no ser recordados para el desarrollo del nuevo método.

De manera general, el OVA además de cumplir con su objetivo educativo posibilitando abordar y comprender un tema complejo, también permitió involucrar al estudiante de manera activa, didáctica y organizada.

Continuando con las preguntas abiertas, la segunda pregunta realizada fue: ¿Qué aspectos cree que se pueden mejorar en este objeto virtual de aprendizaje? Y los resultados obtenidos se presenta en la Tabla 3.

Tabla 3.

Resumen pregunta abierta 2

Respuestas
La imagen de portada es atractiva, pero el texto, especialmente el subtítulo “el secreto del Ron refinado”, no se visualiza bien debido a que tiene casi el mismo tono del fondo.
Más ejemplos prácticos, incorporar situaciones reales o ejercicios aplicados podría facilitar una mejor comprensión de los conceptos.
Sería útil poder regresar a las islas al finalizar el OVA para repasar la teoría o buscar fórmulas.
Hacer más visibles los hiper vínculos que llevan a otras partes para que sean más fáciles de seleccionar.
Pienso que se debería poder entrar a cualquier sección ya que si uno, por algún motivo, debe dejar la aventura pausada parcialmente al retomarla se debe empezar desde cero.
En dos presentaciones del OVA presentan una extensión considerable de texto, lo cual puede dificultar la comprensión del contenido y volverlo algo monótono.
Se puede mejorar la duración de los audios para que la inmersión sea completa.

En base de las opiniones de los estudiantes, se identificaron algunos aspectos para mejorar el OVA. El comentario que más se repitió fue la necesidad de mejorar la navegación ya que esto les facilitaría devolverse o avanzar a partes específicas, según consideren necesario, sin la obligación de repetir todo el recorrido. Adicional a esto sugieren una mejora en el sonido de algunas diapositivas, centrándose en que les gustaría que durara más. También se mencionó la posibilidad de agregar más ejercicios de mayor dificultad, con el fin de poner a prueba su aprendizaje. Por último, resaltaron algunos errores tipográficos en imágenes o texto.

En general, estas observaciones ofrecen oportunidades valiosas para el OVA, ya que permiten volver el recurso aún más accesible, llamativo y efectivo, por lo cual se realizaron las modificaciones correspondientes, teniendo en cuenta aspectos como mejora de sonido, corrección de errores tipográficos y la posibilidad de navegación libre, ajustando la herramienta a las necesidades de los estudiantes para favorecer su aprendizaje.

6. Conclusiones

Se definió una estrategia didáctica para la enseñanza del diseño de torres de destilación convencional aplicando el método gráfico de Ponchon-Savarit. Esta estrategia orientó el diseño y elaboración de un objeto virtual de aprendizaje, integrando recursos didácticos como videos explicativos, diapositivas interactivas, y elementos de gamificación, priorizando un aspecto sencillo y agradable que fomentara el interés de aprendizaje por parte de los estudiantes. La herramienta permitió abordar un tema que por limitaciones de tiempo y organización curricular no se puede aprender durante el semestre, brindando una oportunidad para los estudiantes de fortalecer su conocimiento sobre un tópico fundamental en la ingeniería química, mediante una estrategia innovadora como la integración de los recursos tecnológicos en el proceso educativo como complemento de la educación tradicional.

El objeto virtual de aprendizaje fue diseñado mediante la plataforma Genially permitiendo dinamizar los contenidos teórico-prácticos del método gráfico Ponchon-Savarit. Para esto se realizó una narrativa de aventura pirata, donde se aplicaron conceptos de gamificación en los cuales el progreso y evaluación del aprendizaje del método se vinculan a una recompensa, favoreciendo la motivación de los estudiantes. De esta manera, se integraron conceptos previos como el método McCabe-Thiele, y la construcción de diagramas entalpía-composición como base conceptual para la asimilación correcta de los nuevos conceptos, como lo son los balances de energía a lo largo de la torre de destilación y el cálculo de etapas ideales y mínimas, asegurando la aplicación de los fundamentos del método de una manera coherente, estructurada y dinámica.

La implementación del Objeto Virtual de Aprendizaje fue recibida favorablemente por los estudiantes, donde el 84.2 % de los encuestados recomiendan el uso de la herramienta y apoyan la implementación de estos recursos en otros temas que no alcanzan a abordarse en la asignatura, y

que contribuyen positivamente en su formación académica como futuros ingenieros químicos. De la misma manera se destaca que el 89 % de los estudiantes consideró que la narrativa y los elementos interactivos generaron un ambiente inmersivo y apropiado, lo que evidencia la efectividad de la herramienta como estrategia didáctica de aprendizaje.

7. Recomendaciones

Realizar retroalimentaciones periódicas para posteriores proyectos de implementación de objetos virtuales de aprendizaje, con el objetivo de mejorar tanto el contenido como el diseño de la herramienta, optimizando la experiencia de usuario a las necesidades e intereses de los estudiantes.

Aplicar herramientas similares como complemento para abordar temáticas que por limitaciones de tiempo u organización curricular no logran desarrollarse durante el semestre, o para temáticas que sí se abordan en clase pero que debido a su complejidad requieren apoyo de un material didáctico e interactivo que facilite su comprensión.

Implementar nuevas preguntas y ejercicios graduales en nivel, para así diversificar la evaluación del tema permitiendo al estudiante un aprendizaje adaptativo según sus capacidades de consolidación de conceptos.

Referencias

- Alvarado Morales, M. F., & Rodríguez Torres, A. P. (2021). Elaboración y desarrollo de un objeto virtual de aprendizaje para la comprensión de la práctica secador de bandejas en la asignatura laboratorios de procesos II. Universidad Industrial de Santander.
- Ausubel, D. (1983). Teoría del aprendizaje significativo. *Fascículos de CEIF*, 1(1-10), 1-10.
- Carrillo, I. (2021). DISEÑO DE UNA ESTRATEGIA DE GAMIFICACIÓN PARA LA ASIGNATURA OPERACIONES UNITARIAS II, UTILIZANDO EL AULA VIRTUAL DE APRENDIZAJE, MOODLE [Tesis de Pregrado]. Universidad Industrial de Santander.
- Ccit. (2024, 24 octubre). La Implementación de Tecnología en la Educación colombiana: Un Análisis Actual. CCIT - Cámara Colombiana de Informática y Telecomunicaciones. <https://www.ccit.org.co/blog/la-implementacion-de-tecnologia-en-la-educacion-colombiana-un-analisis-actual/>
- Choez, J. S. M., Plaza, C. L. M., & Anzules, F. E. V. (2021). Objetos virtuales de aprendizaje como estrategia didáctica de enseñanza aprendizaje en la educación superior. *Dominio de las Ciencias*, 7(3), 926-934.
- Columnas de destilación industrial: un componente clave en la producción química - Noticias - Wuxi Hongdinghua Chemical Equipment Co., Ltd.(s. f.). <https://es.hdhce.com/news-show-1929.html>
- Emst-Slavit, G. (2001). Educación para todos: La teoría de las inteligencias múltiples de Gardner. *Revista de psicología*, 19(2), 319-332.
- Genially. (s. f.). *Explora Genially - Descripción del producto y funciones clave*. Genially. <https://genially.com/es/funciones/>

- Jovancic, N. (2022, 24 octubre). Likert Scale: How to Make Your Own Survey (FREE Examples + Template). LeadQuizzes. <https://www.leadquizzes.com/blog/likert-scale/>
- Kun Fu, Zhen Liu, Xueyou Ren, Shenning Zhang, Design and research of educational mode in context of teaching gamification, *Entertainment Computing*, Volume 50, 2024, 100685, ISSN 1875-9521, <https://doi.org/10.1016/j.entcom.2024.100685>.
<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1875952124000533>
- Linares, J. C. (2025, enero 7). *Genially*. Bit4learn. Recuperado de: <https://bit4learn.com/es/lms/genially/>
- Ling, N. S., & Abdul Aziz, A. (2022). The effectiveness of game-based learning strategies on primary ESL learners' vocabulary learning. *International Journal of Academic Research in Progressive Education and Development*, 11(2), 845-860.
- Lizarazo Salcedo, E. I., & Pabón Pabón, W. A. (2024). Diseño de un Objeto Virtual de Aprendizaje para la Asignatura de Introducción a La Ingeniería Química. *Ingeniería Química*.
- Macedo, A. M. P. (2023). Aprendizaje autónomo del estudiante de educación básica: Una revisión bibliográfica. *UCV-SCIENTIA*, 15(1), 72-86.
- Martínez-Palmera, O., Combata-Niño, H., & De-La-Hoz-Franco, E. (2018). Mediación de los Objetos Virtuales de Aprendizaje en el Desarrollo de Competencias Matemáticas en Estudiantes de Ingeniería. *Formación Universitaria*, 11(6), 63-74.
<https://doi.org/10.4067/S0718-50062018000600063>
- Ministerio de Educación Nacional. (s.f.). *Objetos de aprendizaje virtual*. Gobierno de Colombia. <https://www.mineducacion.gov.co/1621/article-82739.html>

Romero Rodríguez, J. M. (2016). *Estrategias de aprendizaje para visuales, auditivos y kinestésicos*. Revista Atlante: Cuadernos de Educación y Desarrollo. <http://www.eumed.net/rev/atlante/2016/05/kinestesicos.html>

Rozhenko, O. D., Darzhaniya, A. D., Bondar, V. V., & Mirzoian, M. V. (2021). Gamification of education as an addition to traditional educational technologies at the university. In *CEUR workshop proceedings* (Vol. 2914, pp. 457-464).

Treybal, R. E. (1980). Operaciones de transferencia de masa.

Valiente Barderas, A. (2010). *Destilación binaria por el método Ponchon-Savarit* [Fascículo]. Facultad de Química, Universidad Nacional Autónoma de México. <https://www.scribd.com/document/484985012/metodo-ponchon-savarit>

Apéndices

Apéndice A. Sistema de recompensas de la narrativa implementada

Figura A1.

Recompensa tema: McCabe-Thiele



Figura A2.

Recompensa tema: Fundamentos termodinámicos

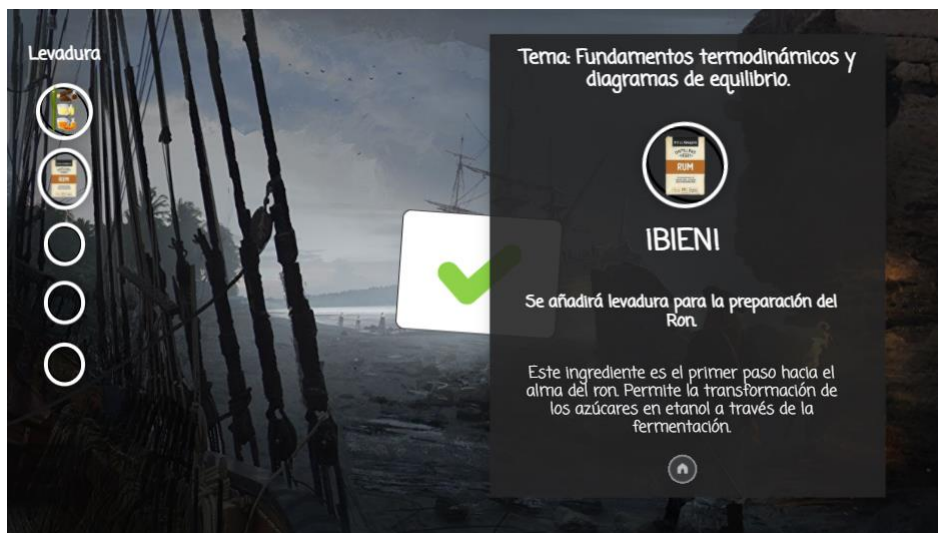


Figura A3.

Recompensa tema: Diagrama H-xy



Figura A4.

Recompensa tema: Balances de masa y energía

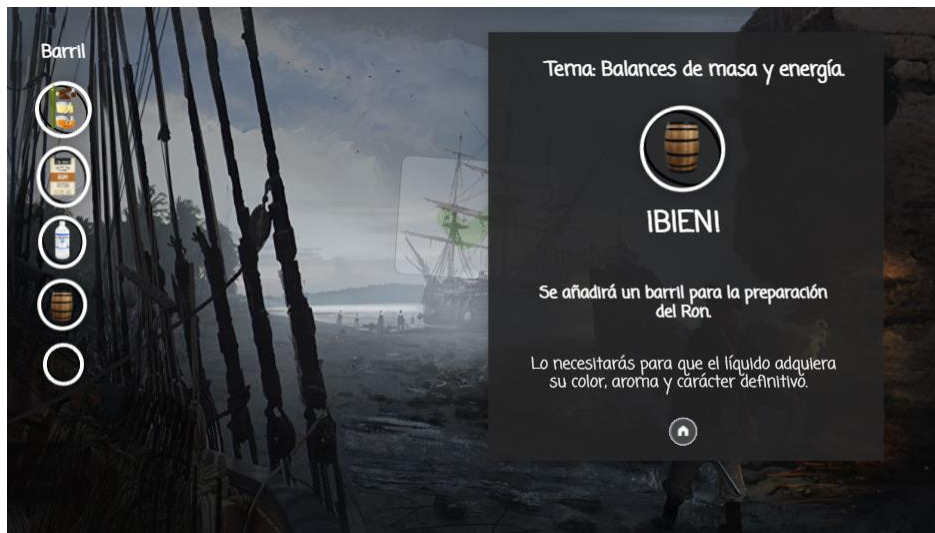
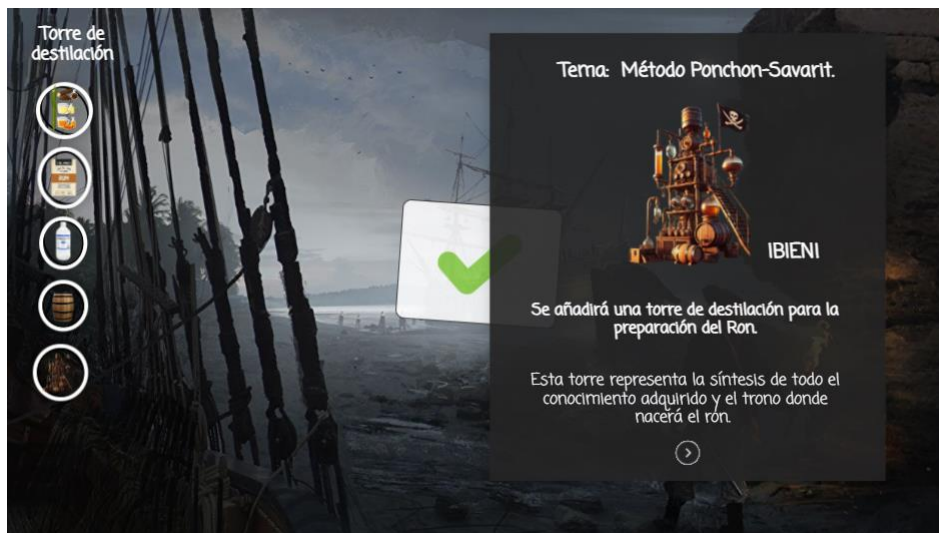


Figura A.5.

Recompensa tema: Ponchon-Savarit

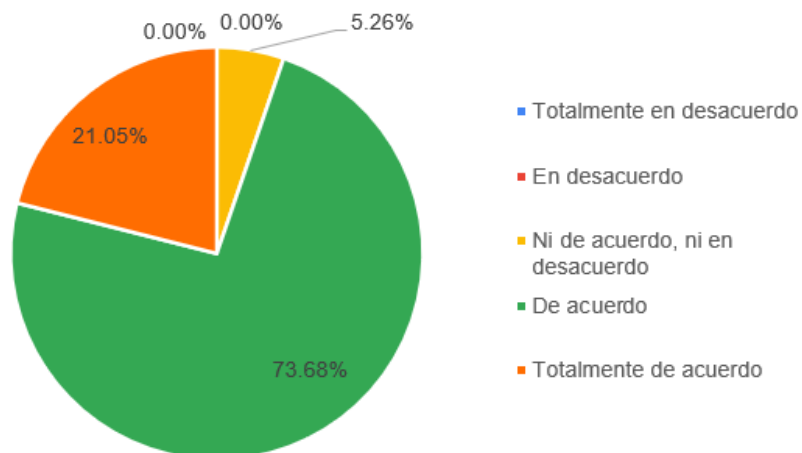


Apéndice B. *Encuesta tipo Likert con preguntas abiertas para la valoración del OVA*

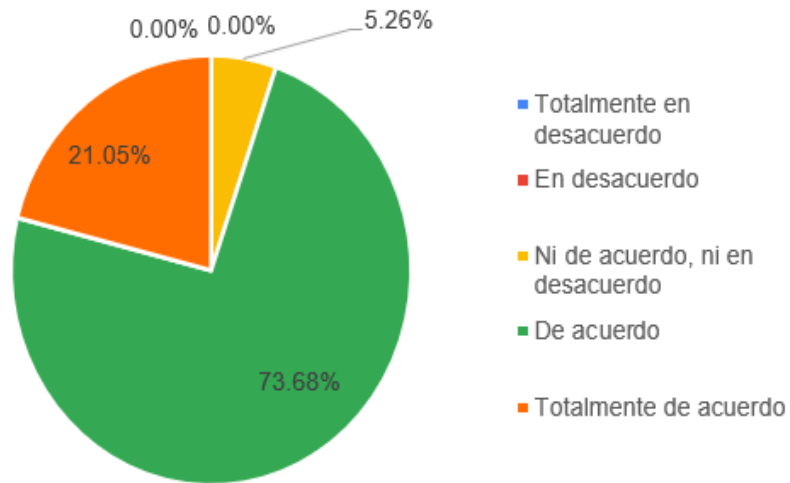
Enlace:

<https://docs.google.com/forms/d/e/1FAIpQLSfh-DnSyVjP7glQOFJ1Pi6BLewnligNR7CHk1X-tvBcBqiiXA/viewform?usp=header>

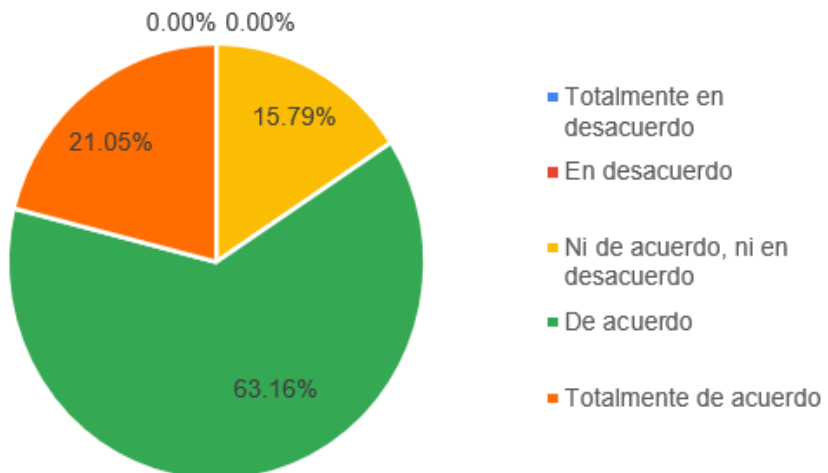
Pregunta 1: ¿Cree usted que fue útil el objeto virtual de aprendizaje para el desarrollo de un contenido temático que complementa lo visto en la asignatura?



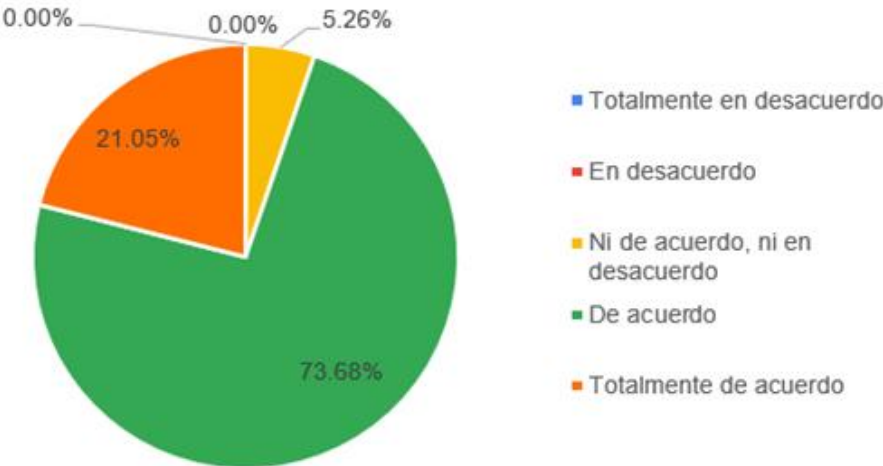
Pregunta 2: ¿Se encontró el contenido del OVA claro y fácil de comprender?



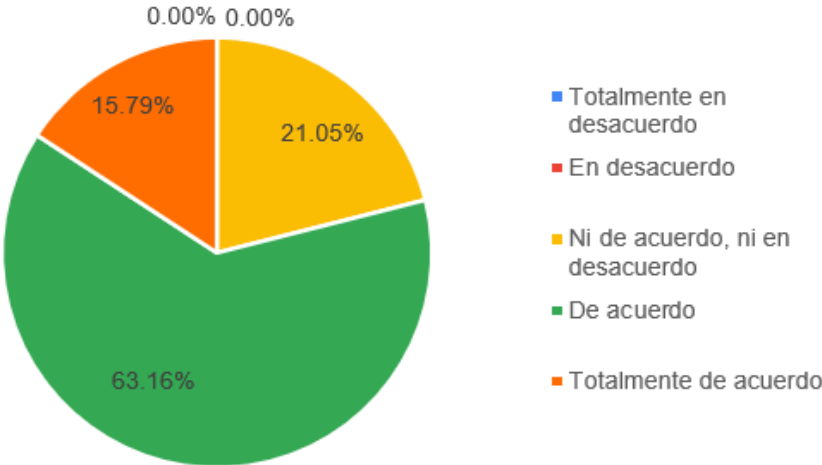
Pregunta 3: ¿Cree que la distribución del contenido fue la más adecuada?



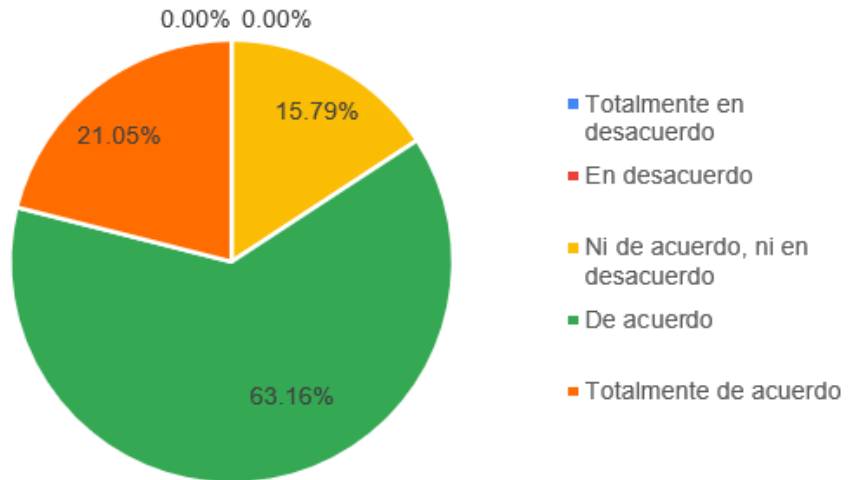
Pregunta 4: ¿El orden y la organización favorecieron a la comprensión de los conceptos?



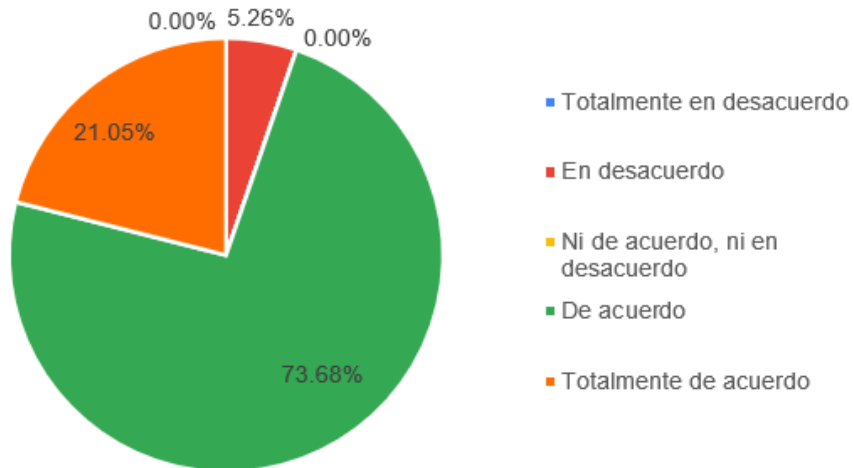
Pregunta 5: ¿Cree que los ejemplos manejados para explicar la temática ayudaron a comprender de manera más eficiente el método visto?



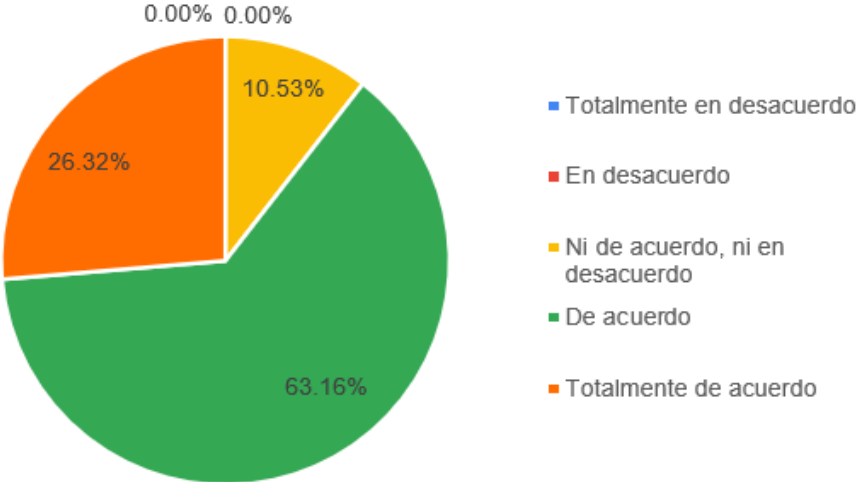
Pregunta 6: ¿La evaluación y/o retroalimentación posibilitaron la medición del progreso en el aprendizaje?



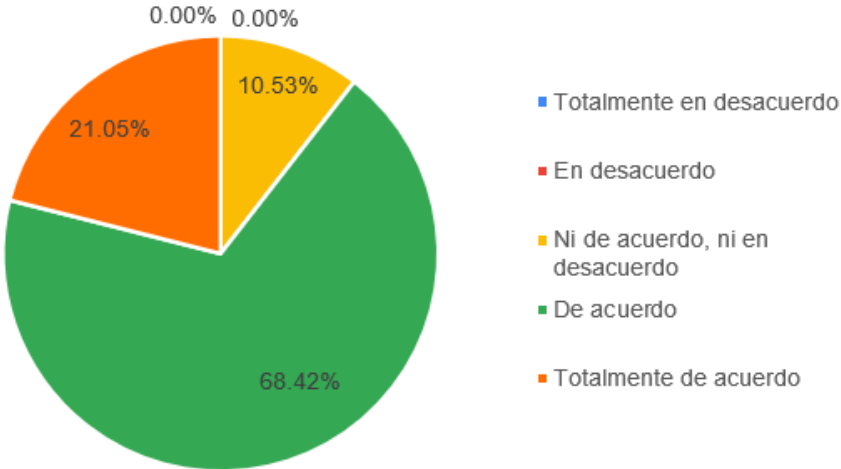
Pregunta 7: ¿La interfaz del Objeto Virtual fue atractiva y fácil de entender?



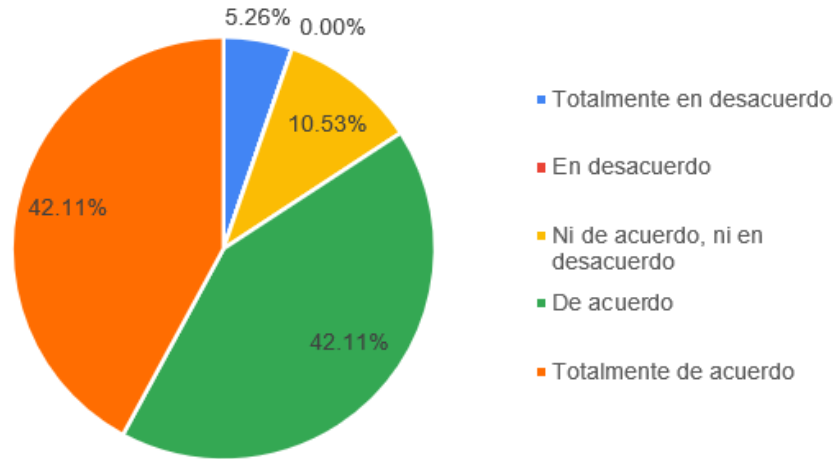
Pregunta 8: ¿Las actividades, transiciones y navegación por el OVA fueron claras, sencillas e intuitivas, ayudando a mantener su atención?



Pregunta 9: ¿Las imágenes, animaciones, sonidos, grabaciones de audio y video fueron apropiados para ilustrar los contenidos abordados y mantener un ambiente inmersivo?



Pregunta 10: ¿Le gustaría que se implementaran este tipo de herramientas en otros temas que no se alcanzan a desarrollar dentro del tiempo establecido en la asignatura?



Pregunta 11: Teniendo en cuenta que este tema no se aborda en clase, pero contribuye a comprender de una forma más realista el funcionamiento y cálculo de etapas en una torre de destilación ¿Recomendaría este OVA a otros compañeros de estudio?

