

Desarrollo de un objeto virtual de aprendizaje (OVA) para el apoyo en el estudio de variables de proceso y balances con reacción Química

Angie Melissa Jaramillo Quintero

María Fernanda Muñoz Gómez

Trabajo de grado para optar al título de Ingeniera Química

Directora

Ph.D. Luz Marina Ballesteros Rueda

Co-director

Ph.D. Carlos Jesús Muvdi Nova

Universidad Industrial de Santander

Facultad de Ingenierías Físicoquímicas

Escuela de Ingeniería Química

Bucaramanga

2026

Contenido

Introducción	10
1. Objetivos	13
1.1 Objetivo General	13
1.2 Objetivos específicos	13
2. Marco teórico	14
2.1 Teorías del aprendizaje	14
2.1.1 Constructivismo.....	14
2.1.2 Aprendizaje significativo.....	14
2.1.3 Aprendizaje adaptativo	14
2.1.4 Aprendizaje visual	15
2.2 Las TIC en los procesos educativos	15
2.2.1 Integración del OVA en Plataformas B-learning	15
2.2.2 Aulas virtuales de aprendizaje (AVA).....	15
2.2.3 Estrategias pedagógicas para el uso de OVA en plataformas virtuales	16
3. Estado del arte	16
4. Descripción metodológica.....	21
4.1 Etapa 1. Diseño de la estructura	22
4.1.1 Actividad 1. Estilos de aprendizajes y Metodologías pedagógicas	22
4.1.2 Actividad 2. Planeación didáctica y caracterización del OVA	22

4.2	Etapa 2. Construcción del OVA.....	23
4.2.1	Actividad 1. Diseño de los recursos digitales.....	23
4.2.2	Actividad 2. Codificación de los módulos.....	23
4.2.3	Actividad 3. Integración de los módulos.....	23
4.3	Etapa 3. Evaluación OVA.....	25
4.3.1	Actividad 1. Implementación del OVA.....	25
4.3.2	Actividad 2. Análisis de los resultados.....	25
5.1.	Diseño de la estructura pedagógica para el abordaje de los temas propuestos en el OVA.....	26
5.1.1.	Estructura del OVA.....	27
5.1.2	Diversidad metodológica.....	29
5.1.3	Mapa de integración.....	31
5.1.4	Pertinencia pedagógica y valor agregado.....	32
5.1.5	Posibles limitaciones y proyección de impacto.....	33
5.2	OVA como estrategia de enseñanza con el uso de las TIC.....	33
5.3	Evaluación del OVA como estrategia de aprendizaje.....	37
	Conclusiones.....	46
	Recomendaciones.....	47
	Referencias.....	48

Apéndice.....52

Lista de Figuras

Figura 1.	21
Figura 2. Estructura metodológica para la construcción del OVA	26
Figura 3. Menú principal del OVA	34
Figura 4. Inicio del OVA	35
Figura 5. Créditos del OVA.....	35
Figura 6. Ayuda del OVA	36
Figura 7. Facilidad en el Uso del Objeto Virtual de Aprendizaje.....	38
Figura 8. Comprensión en el uso del Objeto Virtual de Aprendizaje.....	38
Figura 9. Pertinencia del contenido del Objeto virtual de Aprendizaje	39
Figura 10. Enfoque didáctico y práctico	41
Figura 11. Comprensión de las temáticas presentes en el OVA	41
Figura 12. Promover el aprendizaje	42
Figura 13. Estructura y diseño del OVA.....	43
Figura 14. Uso del OVA para fortalecer las habilidades de aprendizaje	45

lista de tablas

Tabla 1: Diversidad metodológica.....	29
Tabla 2: Estrategias digitales.....	30
Tabla 3: Mapa de integración del OVA	31
Tabla 4: Elementos que hacen parte del OVA.....	36
Tabla 5: Temas y Subtemas Estequiometría.....	56

Lista de apéndices

Apéndice 1. Encuesta para obtener la perspectiva detallada de como los estudiantes perciben la asignatura en la actualidad con una metodología tradicional de aprendizaje.	52
Apéndice 2. Encuesta dirigida a estudiantes de cuarto semestre de Ingeniería Química que utilizaron el OVA “Entre variables y reacciones: Un viaje al corazón del proceso” con el propósito de recoger su percepción sobre la utilidad del OVA como herramienta de apoyo para el estudio independiente.	54
Apéndice 3. Plan de asignatura Estequiometría	55

Resumen

Título: Desarrollo de un objeto virtual de aprendizaje (OVA) para el apoyo en el estudio de variables de proceso y balances con reacción Química*

Autor: Angie Melissa Jaramillo Quintero; Maria Fernanda Muñoz Gómez**

Palabras clave: Reacción química, interactividad educativa, procesos químicos, variables de procesos.

Descripción:

El aprendizaje en el contexto actual de la educación superior requiere adaptación a las nuevas dinámicas tecnológicas y formativas que presentan los estudiantes. En este sentido, las metodologías de enseñanza tradicionales, centradas en la lección magistral, resultan en muchos casos insuficientes para abordar contenidos de alta complejidad conceptual, específicamente en áreas técnicas y científicas, que buscan fomentar el alto grado de análisis, comprensión y aplicabilidad del aprendiz. De esta forma, en la actualidad, el uso de herramientas digitales y estrategias pedagógicas innovadoras se presenta como un elemento estratégico que potencia la calidad del aprendizaje y la mayor participación del aprendiz en su educación. Bajo esta perspectiva, la metodología de investigación desarrollada es descriptiva de abordaje cuantitativo, estructurándose en tres etapas definidas. La primera de ellas permite el diseño de la estructura pedagógica y funcional del OVA, incorporando principios de un aprendizaje autónomo, estrategias de modularización de contenidos y coherencias con los objetivos de la asignatura. La segunda etapa corresponde a la construcción del OVA, para lo cual se integraron recursos digitales y contenidos teóricos, y se definieron actividades focalizadas al refuerzo conceptual de las variables de proceso y los balances con reacción química. Finalmente, la etapa 3 corresponde a la valoración del OVA en función de la encuesta de satisfacción realizada a los estudiantes, con el propósito de evaluar la percepción de los aprendices a propósito de la utilidad, la usabilidad y el aporte al proceso de aprendizaje. Los resultados, por consiguiente, evidencian una percepción positiva de los estudiantes respecto al fortalecimiento del aprendizaje autónomo, la mejora en la comprensión y la utilidad del objeto virtual de aprendizaje como recurso de apoyo académico. En conclusión, el OVA desarrollado se consolida como una estrategia pedagógica efectiva que aporta a la innovación en la enseñanza de la estequiometría y proporciona las bases para futuros desarrollos en el ámbito de la educación mediada por TIC.

* Trabajo de Grado

** Facultad de Ingenierías Físicoquímicas. Escuela de Ingeniería Química. Director: Ph.D. Luz Marina Ballesteros Rueda. Codirector: Ph.D. Carlos Jesús Muvdi Nova

Abstract

Title: Development of a virtual learning object (VLO) to support the study of process variables and balances with chemical reaction*

Author: Angie Melissa Jaramillo Quintero; Maria Fernanda Muñoz Gómez**

Keywords: Chemical reaction, educational interactivity, chemical processes, process variables.

Description:

Learning in the current context of higher education requires adaptation to the new technological and educational dynamics that students face. In this sense, traditional teaching methodologies, centered on the lecture, are often insufficient to address highly complex conceptual content, specifically in technical and scientific areas, which aim to foster a high degree of analysis, understanding, and applicability in the learner. Thus, the use of digital tools and innovative pedagogical strategies is currently presented as a strategic element that enhances the quality of learning and increases learner participation in their education. From this perspective, the research methodology developed is descriptive with a quantitative approach, structured in three defined stages. The first stage allows for the design of the pedagogical and functional structure of the Learning Object (LO), incorporating principles of autonomous learning, content modularization strategies, and coherence with the course objectives. The second stage involved the construction of the Learning Object (LO), which included integrating digital resources and theoretical content, and defining activities focused on reinforcing the conceptual understanding of process variables and balances related to chemical reactions. Finally, stage 3 consisted of evaluating the LO based on a student satisfaction survey. This survey aimed to assess learners' perceptions of the LO's usefulness, usability, and contribution to the learning process. The results, therefore, demonstrate a positive perception among students regarding the strengthening of autonomous learning, improved comprehension, and the usefulness of the LO as an academic support resource. In conclusion, the developed LO has been consolidated as an effective pedagogical strategy that contributes to innovation in the teaching of stoichiometry and provides a foundation for future developments in the field of ICT-mediated education.

* Thesis

** Faculty of Physical-Chemical Engineering. School of Chemical Engineering. Supervisor: Ph.D. Luz Marina Ballesteros Rueda. Co-supervisor: Ph.D. Carlos Jesús Muvdi Nova

Introducción

El estudio de los procesos químicos y sus balances de materia es una disciplina central en la ingeniería química. Estos son los conceptos básicos necesarios para entender la operación de muchos sistemas industriales. Dichos conocimientos constituyen la base para el análisis, diseño y optimización de operaciones en sectores como la industria química, petroquímica, farmacéutica, alimentaria, energética, entre otros, contribuyendo al desarrollo sostenible y a la eficiencia de los procesos productivos. (Moreno, 2025). Aunque estos temas son fundamentales en la educación, los métodos tradicionales de enseñanza, como las conferencias y el uso de libros, no siempre logran transmitir de manera efectiva los conocimientos (Sarmiento y Wilches, 2024). Asimismo, Castellanos y López (2023) expresan que es crucial comprender cómo las variables clave del proceso como la temperatura, la presión, el caudal y la concentración impactan en la operación de sistemas industriales eficientes. Sin embargo, esta comprensión en general resulta insuficiente en el contexto donde los estudiantes deben aprender a simular y optimizar dichos procesos.

Desde otro punto de vista, Tejedor y Muñoz (2024) señalan que, si bien las ecuaciones que describen los balances de materia son claras, la capacidad de los estudiantes para comprender las interacciones de un conjunto de variables con el comportamiento de los sistemas químicos no lo son. En consecuencia, la apropiación de estos conceptos resulta compleja. Con lo anterior, cabe resaltar que la razón principal del problema es que los conceptos que involucran balances de materia y energía con reacción química requieren la comprensión de ecuaciones con parámetros específicos y de cómo todas estas variables interactúan para formar la dinámica a largo plazo del sistema.

El problema identificado en este proyecto radica en la dependencia continua de los métodos tradicionales en la enseñanza de la ingeniería química. Aunque estos métodos han sido eficaces en su momento, no logran adaptarse a las nuevas necesidades y enfoques pedagógicos que requieren los estudiantes actuales. En el pasado, los métodos tradicionales permitían a los estudiantes apropiarse de los conceptos de manera más directa y estructurada. Sin embargo, las circunstancias han cambiado: los estudiantes de hoy enfrentan nuevos desafíos y tienen diferentes formas de aprender, lo que hace que estas técnicas no sean tan eficaces en la transmisión de conocimientos complejos, como la simulación y optimización de procesos. Así, aunque no se debe desprestigiar el valor de los métodos tradicionales, es crucial reconocer que no siempre son suficientes para abordar las demandas educativas actuales.

En la actualidad, estos no incorporan las tendencias tecnológicas que se pueden utilizar para mejorar la comprensión de los procesos químicos complicados. Mientras tanto, estos siempre han sido agregados valiosos, pero también están limitados. En primer lugar, la enseñanza de los balances de masa y de las variables del proceso se lleva a cabo de forma abstracta. La experimentación dinámica y práctica no se emplea, aunque este enfoque es imprescindible para los ingenieros químicos profesionales, en segundo lugar, no se utiliza a menudo la simulación, las herramientas interactivas o las plataformas digitales. Los estudiantes no pueden comprender completamente cómo las variables del proceso influyen en las reacciones químicas en el entorno industrial.

Tecnologías emergentes como los Objetos Virtuales de Aprendizaje pueden transformar la manera en que los estudiantes comprenden los procesos químicos, gracias a su carácter interactivo, accesible y aplicado. Con el apoyo de plataformas digitales, los estudiantes pueden realizar

actividades relacionadas con las variables de proceso, modificarlas en tiempo real y observar los efectos inmediatos.

Además, en términos de accesibilidad, este proyecto no está restringido por limitaciones físicas de laboratorio, lo que permite a todos los estudiantes de la universidad tener la misma oportunidad de adquirir conocimiento, independientemente del tiempo o de la ubicación geográfica. El OVA propuesto simplifica y facilita el aprendizaje de conceptos, a la vez que promueve la equidad al garantizar la igualdad de oportunidades educativas.

En este contexto, surge la pregunta que orienta este trabajo: “¿Cómo favorece la implementación de un Objeto Virtual de Aprendizaje (OVA) la comprensión y motivación de los estudiantes de ingeniería química y afines para el estudio independiente, frente al uso de estrategias tradicionales como lo son apuntes de clase, talleres, libros de texto y artículos científicos?”

1. Objetivos

1.1 Objetivo General

Desarrollar un objeto virtual de aprendizaje (OVA) que facilite los procesos de apoyo a estudiantes de ingeniería y afines en los temas de variables de proceso y balances con reacción química.

1.2 Objetivos específicos

- Diseñar la estructura que incorpore diversas metodologías y herramientas pedagógicas para el abordaje de los temas propuestos.
- Construir un OVA como estrategia de enseñanza fomentando acciones de aprendizaje autónomas con el uso de las TIC.
- Evaluar el OVA con el fin de desarrollos futuros de la herramienta determinando su utilidad como estrategia de aprendizaje.

2. Marco teórico

2.1 Teorías del aprendizaje

2.1.1 Constructivismo

La teoría del constructivismo, presentada por Jean Piaget, afirma que el conocimiento es edificado activamente en la mente del estudiante mientras se compromete en actividad en su ambiente. Piaget define que los estudiantes no son “recipientes vacíos de información” sino que crean su propia perspectiva a partir de experiencias y deducciones concretas, y las incorporan al mundo real. El resultado es una reestructuración constante y una reorganización de las estructuras cognitivas a medida que el estudiante encuentra desafíos nuevos e incrementados que crean una comprensión de conceptos más complejos (Huamani, 2025).

2.1.2 Aprendizaje significativo

La teoría del aprendizaje significativo, propuesta por David Ausubel, argumenta que los seres humanos aprenden más efectivamente los nuevos conocimientos si se relacionan con conexiones significativas previas en su estructura cognitiva. El aprendizaje significativo contrasta con la memorización de hechos; involucra agregar nueva información a una red conceptual coherente en lugar de formar una lista de información independiente (Hernández et al. 2024).

2.1.3 Aprendizaje adaptativo

El aprendizaje adaptativo significa que un sistema de educación puede adaptar su enfoque atendiendo al nivel de conocimiento y capacidad que posee un alumno de manera automática. En términos sencillos, el material del curso, la estructura, y las actividades del aprendizaje están

diseñados basándose en la retroalimentación y en el progreso del estudiante para garantizar que cada uno recibe el tipo de apoyo correcto para avanzar (Aparicio-Gómez y Aparicio-Gómez, 2024).

2.1.4 Aprendizaje visual

La teoría del aprendizaje multimedia propuesta por Richard Mayer sostiene que la presentación de la información en entornos de aprendizaje mediante materiales visuales, como gráficos, diagramas y animaciones, favorece una mejor comprensión. Los medios visuales contribuyen a mejorar la codificación y la recuperación del aprendizaje, ya que los seres humanos tienen una capacidad limitada de almacenamiento en la memoria a corto plazo. Esta limitación puede generar dificultades en el procesamiento de la información cuando no se apoya adecuadamente el aprendizaje (Vilchez-Guizado y Ramón-Ortiz, 2024).

2.2 Las TIC en los procesos educativos

2.2.1 Integración del OVA en Plataformas B-learning

El B-learning permite combinar la formación en persona con la formación virtual, en la que mezclamos el trabajo con plataformas digitales. En consecuencia, se debe crear OVAs para complementar las lecciones, ya que son presentaciones que sigan el concepto de acción, reacción y retroalimentación. Estas lecciones deben ayudar a los estudiantes no solo a acceder a contenidos adicionales en línea, sino también a trabajar a su propio ritmo (Buitrago, 2024).

2.2.2 Aulas virtuales de aprendizaje (AVA)

Un Aula Virtual de Aprendizaje es un espacio digital donde los alumnos y tutores se relacionan entre sí, material educativo, exámenes y trabajos en conjunto. Sus alumnos tienden a ser digitales, probablemente de la Generación Z, y aunque les gusta trabajar de manera autónoma,

a menudo necesitan estar más enfocados de lo que les gustaría. Por eso, el área en la que se mueven o interactúe han de ser lo más intuitiva imaginable (Olmedo-Flores et al. 2024).

2.2.3 Estrategias pedagógicas para el uso de OVA en plataformas virtuales

Las estrategias pedagógicas son las formas y métodos de integrar de manera efectiva los OVA en plataformas virtuales de aprendizaje. Esto implica el diseño y la estructuración de los contenidos, la incorporación de interacciones con los estudiantes en forma de actividades y el uso de las TIC para llevar estas interacciones a una escala más amplia (Valderrama y Vizcaíno, 2024).

3. Estado del arte

A lo largo de los años, se han formulado diversas definiciones y enfoques teóricos orientados a explicar los estilos de aprendizaje y las diferencias individuales en la forma en que las personas adquieren y procesan el conocimiento. En este marco, el aprendizaje a lo largo de la vida se configura como una necesidad fundamental, asumida de manera diferenciada por cada individuo, en función de sus experiencias previas y de sus disposiciones naturales. En consecuencia, se presentarán investigaciones relevantes relacionadas con el tema de estudio en los ámbitos internacional, nacional y local. Dichos estudios evidencian el impacto positivo de los Objetos Virtuales de Aprendizaje (OVA) en la formación de futuros profesionales de la ingeniería química, al contribuir al fortalecimiento de conocimientos tanto teóricos como prácticos.

A nivel internacional, Ruiz (2023) desarrollo una investigación titulada “Los Objetos Virtuales de Aprendizaje (OVA) como herramienta para el aprendizaje de Precálculo en la Educación Superior”, en la Universidad Nacional de Costa Rica; el objetivo principal de la investigación es analizar las implicaciones positivas de los Objetos Virtuales de Aprendizaje en el

curso de Precálculo en la educación superior, de modo que faciliten la transposición didáctica y promuevan el aprendizaje autónomo mediante la interacción con entornos virtuales. Se utilizó un enfoque ensayístico y reflexivo con una metodología cualitativa para determinar cómo los OVA pueden mejorar la calidad y el aprendizaje del curso de Precálculo en la educación superior. El objetivo secundario es la reflexión crítica sobre las TIC y su eficacia en los sistemas pedagógicos.

Con base en los resultados de la investigación, el uso de OVA en la enseñanza de Precálculo permite compensar algunas deficiencias en el conocimiento matemático de los estudiantes en esta área al ingresar a la educación superior. El OVA facilita un acceso más conveniente y dinámico a la información para los estudiantes. Por lo tanto, es posible comprender mejor conceptos y métodos conceptuales abstractos. También vale la pena señalar la flexibilización curricular y aumentar la interacción en el entorno virtual. En general, los OVA superan los enfoques tradicionales en una enseñanza más contextualizada, personalizada y culturalmente relevante. Así, se puede concluir que, con el diseño adecuado son una herramienta tecnológica crucial en la calidad de la educación superior, especialmente en disciplinas como las matemáticas (Ruiz, 2023).

Por otra parte, Pizarro et al. (2024) realizaron una investigación sobre el “Uso de Objetos Virtuales de Aprendizaje y la atención a ritmos y estilos de aprendizaje”, en el Centro Regional Universitario de Bocas del Toro, Panamá; la presente investigación tiene como objetivo general identificar cómo los OVA pueden fomentar un aprendizaje más inclusivo y personalizado, permitiendo el acercamiento al conocimiento a estudiantes con diferentes estilos de aprendizaje. El tipo de estudio es explicativo y cualitativo, empleándose un cuestionario de preguntas abiertas y cerradas con base en la escala de Likert y técnicas de observación estructurada. Los datos recolectados se analizaron para determinar cuáles son las percepciones que tienen los docentes

respecto al uso de las OVA en sus clases y cómo pueden éstos ser mejorados para atender a la diversidad de ritmos y estilos de aprendizaje que presentan sus estudiantes.

El análisis evidencia que la mayoría de los docentes emplean plataformas virtuales como Moodle o Classroom; en las cuales suben archivos como videos, audios e infografías en sus clases. No obstante, se extrajo que los docentes están desactualizados en las herramientas digitales, pues un alto porcentaje no se ha actualizado en los últimos años. Tampoco mencionan mucho sobre la inclusión de OVA y su uso, aunque el 53.80% dice estar de acuerdo con introducir ritmos y estilos de aprendizaje en las clases, el 56.20% asegura que los OVA si mejoran la enseñanza. Al final, se puede afirmar que el empleo de OVA en la educación superior es un reto para los docentes puesto que aún no se han formado debidamente en la creación y uso de estos (Pizarro et al. 2024).

A nivel nacional, Riscanevo (2021) en la Universidad de Nariño, Pasto, realizó una investigación titulada “Las prácticas experimentales como estrategia didáctica para contribuir al proceso de enseñanza y aprendizaje de la Química en estudiantes de grado noveno de la Institución Educativa Municipal Libertad”; en éste sentido el abordaje en el que se desempeñó fue analizar las necesidades e intereses de los estudiantes y docentes en el área de la química y establecer cómo la teoría y la práctica pueden combinarse para mejorar el aprendizaje de los estudiantes, y si este objetivo se logra con la utilización de estrategias de enseñanza-aprendizaje; por consecuencia se centra en indagar si la aplicación de prácticas experimentales en la aula logran un aprendizaje positivo en la química. Por lo tanto, el tipo de investigación que se desempeñó fue mixto con un enfoque exploratorio y descriptivo. Se empleó la aplicación de encuestas y entrevistas para los estudiantes y docentes para obtener información relevante a las necesidades del estudiante y estrategias que aplican los docentes al enseñar química.

Luego de haber recopilado toda esta información, se procedió a hacer un análisis para poder establecer si las prácticas experimentales lograban ser una herramienta efectiva de la química. Finalmente, los resultados mostraron que docentes y estudiantes consideraron que las prácticas experimentales son fundamentales para el proceso de entendimiento de los conceptos de química. Según los alumnos, “aplicar” el conocimiento adquirido facilita la precisión en la utilización o correcta asociación de los conceptos, mientras que la mayoría de los docentes destacaron que estas actividades incrementan el interés y la motivación de los estudiantes por la asignatura. En este sentido, también identificaron faltantes conceptuales y la necesidad de una mejor vinculación entre lo teórico y lo práctico (Riscanevo, 2021).

De la misma manera, Devia (2024) realizó una investigación titulada “Diseño de objeto virtual de aprendizaje (OVA) para el análisis de las leyes de conservación en colisión de hadrones”, en la Universidad Distrital Francisco José de Caldas, Colombia; El propósito de esta investigación es facilitar la comprensión de los conceptos complejos de la física moderna; más precisamente, la mecánica cuántica en términos de interacción entre partículas relativistas a través de simulaciones interactivas basadas en experimentos de cámaras de burbujas. La investigación ha sido de naturaleza aplicada y educativa, ya que se ha utilizado el modelo instruccional ADDIE. En particular, el enfoque ha sido cualitativo. La finalidad ha sido proporcionar a los estudiantes de física una herramienta educativa para investigar y comprender los procesos de colisión y decaimiento de partículas a través de una plataforma tecnológica.

El OVA diseñado a su vez permite a los estudiantes trabajar con simulaciones interactivas de colisiones de hadrones y principios de leyes de conservación como la conservación de energía, el momento, la carga y número bariónico. Las secciones interactivas desarrolladas permiten a los

estudiantes realizar tareas relacionadas con la identificación de partícula, la representación de interacciones de partículas mediante los diagramas de Feynman y los diagramas de quarks, y la resolución de problemas de las leyes de conservación. Siguiendo la metodología ADDIE y apoyada por el enfoque constructivista, se ha convertido en una herramienta poderosa para mejorar el aprendizaje de las leyes de conservación en física de partículas (Devia, 2024).

A nivel local, Díaz y Saganome (2024), realizaron una investigación titulada “Desarrollo de un Objeto Virtual de Aprendizaje (OVA) como herramienta digital facilitadora del proceso enseñanza-aprendizaje en la actividad académica de Optimización de la Escuela de Ingeniería Química”, en la Universidad Industrial de Santander, Colombia; la orientación de este OVA es explicar de manera interactiva los conceptos básicos a los estudiantes en las aplicaciones de optimización de la ingeniería química con métodos autodidactas que brindan un enfoque educativo acorde con los diferentes estilos de aprendizaje. La metodología de investigación de este trabajo es aplicada y cualitativa. Esto se debe a que se enfoca en desarrollar y diseñar un OVA apropiado para las necesidades pedagógicas de los estudiantes de ingeniería química.

La metodología contempló la creación de módulos interactivos, los cuales se integraron en un entorno de código abierto con el propósito de ser evaluados mediante una prueba piloto, a partir de una encuesta de retroalimentación aplicada a los estudiantes. Los resultados obtenidos a través del OVA evidenciaron un alto nivel de satisfacción por parte de los participantes. Más del 89 % de los estudiantes manifestó que la aplicación es fácil de usar, que la información presentada es comprensible y que la forma en que se organizó el contenido facilitó la apropiación de los conceptos de optimización. Asimismo, la herramienta de gamificación incorporada en el OVA tuvo

una buena aceptación entre los estudiantes, al favorecer distintos estilos de aprendizaje, como el visual, el auditivo y el kinestésico. (Díaz y Saganome, 2024).

4. Descripción metodológica

La Figura 1 presenta el esquema de la metodología propuesta para cumplir con los objetivos mencionados anteriormente, la cual se desarrolló en tres etapas, donde cada una de ellas abordó la consecución de un objetivo específico.

Figura 1.

Diagrama metodológico



4.1 Etapa 1. Diseño de la estructura

4.1.1 Actividad 1. Estilos de aprendizajes y Metodologías pedagógicas

Para alcanzar los objetivos planteados, se aplicó una encuesta a estudiantes del programa de Ingeniería Química mediante la plataforma Google Forms; las preguntas utilizadas se presentan en el Apéndice 1. La encuesta estuvo compuesta por ocho preguntas diseñadas con el propósito de obtener una visión general de la percepción que los estudiantes tienen sobre la asignatura en cuestión, bajo un enfoque de enseñanza tradicional. A través de esta herramienta digital, se recopiló información relacionada con la experiencia de los estudiantes frente a las metodologías pedagógicas actualmente vigentes en el programa. De este modo, fue posible analizar de manera detallada el impacto de estrategias tradicionales, como las clases magistrales y los enfoques predominantemente teóricos, en la comprensión de los conceptos fundamentales de la ingeniería química, en particular aquellos asociados a los procesos y balances químicos. La información obtenida permitió identificar áreas de mejora en las metodologías de enseñanza y establecer una base sólida para el planteamiento de propuestas orientadas al fortalecimiento de la calidad pedagógica del programa.

4.1.2 Actividad 2. Planeación didáctica y caracterización del OVA

Está en concordancia con el plan de asignatura de la materia Estequiometría, como se muestra en el Apéndice 3. Por lo tanto, el proceso facilitó la identificación y la posterior organización de los temas y subtemas contenidos en el programa académico; por consiguiente, se garantizó que el contenido digital del OVA abarca de manera efectiva los objetivos de aprendizaje propuestos. La planeación didáctica, por tanto, se centra en estructurar los contenidos del OVA

teniendo en cuenta las necesidades y características del curso; además, facilitó la comprensión de los principios básicos relacionados con el tema de la Estequiometría.

4.2 Etapa 2. Construcción del OVA

4.2.1 Actividad 1. Diseño de los recursos digitales

El proceso implicó la elaboración y estructuración de los materiales interactivos necesarios que garantizan a los estudiantes una experiencia educativa inmersiva y efectiva. Asimismo, los recursos digitales contienen simulaciones, animaciones, laboratorios virtuales, ejercicios y material visual, que se utilizaron para ilustrar y explicar los diversos temas. Cabe destacar que, cada recurso está diseñado para ayudar al estudiante a comprender conceptos complejos en variables de proceso y balances con reacción química de manera clara y sencilla.

4.2.2 Actividad 2. Codificación de los módulos

El desarrollo y la codificación de los módulos del Objeto Virtual de Aprendizaje (OVA) se realizó utilizando tecnologías web, como HTML5, CSS y JavaScript. Estos lenguajes favorecen la creación de una plataforma interactiva, funcional y visualmente atractiva, adaptada a la enseñanza online. Así, la parte 1 del módulo, que trata sobre las variables de proceso, expone de manera gráfica y dinámica los aspectos esenciales de los procesos químicos industriales y la parte 2 del módulo que se centra en los balances con reacción química aplica las técnicas necesarias para aprender a resolver las ecuaciones de balances en reacciones químicas.

4.2.3 Actividad 3. Integración de los módulos

Se unificaron los contenidos desarrollados de la etapa anterior para abordarse en un proceso claro y profundamente interconectado, creando una experiencia de aprendizaje coherente y fluida.

Dicho proceso de integración sigue una estructura que asegura un hilo conductor coherente y preciso, permitiendo que los estudiantes naveguen de forma lógica y secuencial de un tema a otro y de un subtema a otro.

4.2.3.1 Secuencia entre temas y subtemas

Cada módulo se entrelaza para asegurarse de que la secuencia de los contenidos sea progresiva, y que cada concepto se construya sobre la base del anterior. Esto facilita a los estudiantes la comprensión en profundidad de las variables de proceso y los balances con reacción química.

4.2.3.2 Integración de los contenidos

Las actividades interactivas de cada módulo con los contenidos se integraron a su temática, por lo que el estudiante puede seguir abordando ejercicios en los que aplique lo aprendido y pueda seguir reforzando su dominio mediante ejercicios prácticos. Asimismo, se definieron ciertas actividades que promueven la adecuada integración de los conceptos clave, de manera tal que el estudiante pueda transferirlo al ámbito real.

4.2.3.3 Prueba final

Por último, para evaluar el grado de dominio de los tópicos, se planteó el diseño de una prueba final que incluye los aspectos tratados en los módulos y con el cual se midió el nivel de comprensión y capacidad de aplicación de los conocimientos transmitidos. Esta evaluación no solo fue un instrumento de medición, sino que también, permitió medir en los estudiantes su aprendizaje y el reforzamiento de los conceptos claves.

4.3 Etapa 3. Evaluación OVA

4.3.1 Actividad 1. Implementación del OVA

El presente estudio incluyó un proceso fundamental de recopilación de datos para determinar la efectividad del OVA en el aprendizaje del estudiante. Los datos se recopilaron mediante una encuesta estructurada con una escala de Likert. Un total de 20 estudiantes respondieron la encuesta, lo que permitió obtener una perspectiva completa de cómo afecta el OVA a su comprensión de conceptos esenciales, incluidas las variables del proceso y los balances de reacción química.

4.3.2 Actividad 2. Análisis de los resultados

La encuesta considera diversas dimensiones del aprendizaje, desde la claridad de los contenidos hasta la utilidad de las actividades interactivas y la aplicabilidad de los conceptos enseñados, así como la percepción de los estudiantes con respecto a la mejora de su comprensión teórica y práctica. Asimismo, se obtuvo información valiosa sobre su impacto en el rendimiento académico y la adquisición de competencias abordadas.

Los resultados obtenidos de esta encuesta fueron la base para la mejora del OVA, que identificó oportunidades para ajustar y cambiar los elementos de los objetos de aprendizaje en función de las opiniones y preferencias de los estudiantes. La encuesta realizada se puede encontrar en el Apéndice 2.

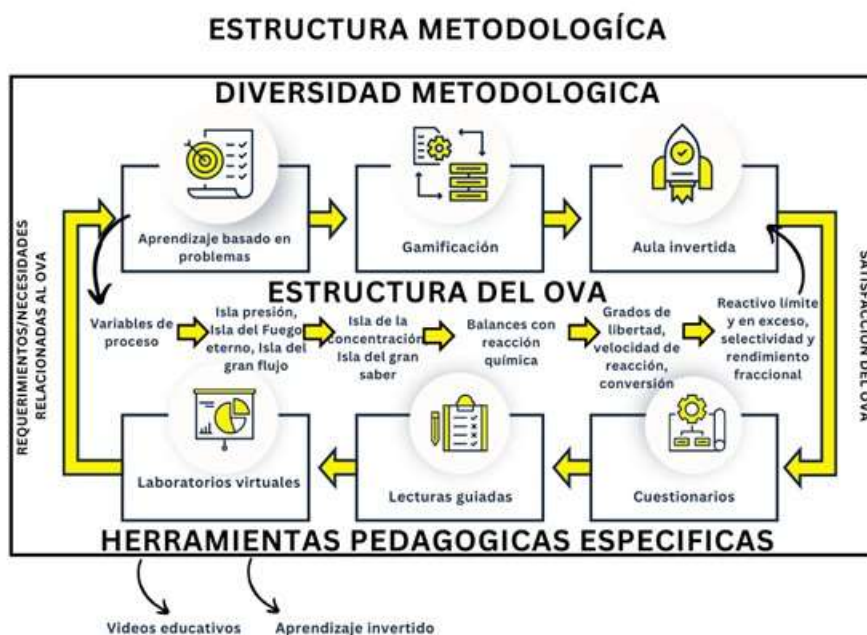
5. Resultados y discusión.

5.1. Diseño de la estructura pedagógica para el abordaje de los temas propuestos en el OVA.

En la Figura 2 se presenta la estructura propuesta del Objeto Virtual de Aprendizaje (OVA) sobre variables de proceso y balances con reacción química. El diseño integra metodologías y herramientas pedagógicas para desarrollar los temas propuestos. A continuación, se describe la función de cada metodología seleccionada y su relación con las necesidades de aprendizaje de los estudiantes.

Figura 2

Estructura metodológica para la construcción del OVA



5.1.1. Estructura del OVA

La estructura organizativa del OVA (<https://ova-project.github.io/OVA-PROJECT-VARIABLES-DE-PROCESO-Y-BALANCE-CON-REACCION-QUIMICA/>) combina dos partes principales: Variables de Proceso y Balances con Reacción Química, seguidas de módulos progresivos. La secuencia inicia con variables de proceso. Luego aborda balances de materia en reacciones químicas. Esta organización apoya el estudio de conceptos de estequiometría.

Figura 3.

Estructura de uso del OVA

PLAN MÓDULO 1: Variables de proceso				
Tiempo estimado: 12 horas				
Estrategias de enseñanza y aprendizaje: Videos, lecturas, simulador y ejercicios				
Desarrollo del módulo				
Nº	Actividad	Tiempo	Herramienta tecnológica	Metodología
1	Diagnóstico de perspectiva	0,5 h	Formulario de Google	Aplicación de una encuesta de 8 preguntas para obtener la perspectiva detallada de como los estudiantes perciben la asignatura en la actualidad con una metodología tradicional de aprendizaje
2	Introducción al curso (módulo 1) - Video de presentación a variables de procesos	0,05 h	Video Youtube	Video introductorio de las diferentes variables de proceso
3	Presión -Definición y unidades (Pa, atm, bar, psi) -Tipos de presión -Instrumentos de medición -Aplicaciones	1,5h	Youtube, lectura, phET	-Uso de un simulador en línea para medir presión en diferentes condiciones -Enlace para registrar su participación en el tema
4	Temperatura -Concepto y escalas de temperatura (°C, K, °F) -Medición de temperatura (equipos)	1,5h	Youtube, lectura	- Conversión entre escalas de temperatura - Ejercicios de selección múltiple y verdadero o falso
5	Flujo: Volumétrico, másico y molar -Definición y diferencias entre los tipos de flujo -Unidades de medida y conversión -Principales dispositivos de medición (rotímetros, placas de orificio, tubos de Venturi) -Aplicaciones en la industria	2h	Youtube, lectura	- Test de ejercicios de selección múltiple y verdadero o falso
6	Concentración -Definición de soluto, disolvente y solución -Unidades como Normalidad (N), Molaridad (M), ppm, ppb, %p/p, %p/V, %mol/mol, equivalente – gramo y fracción másica	2h	Youtube, lectura, phET	-Uso de un simulador en línea para observar cómo cambia la concentración en dichas soluciones -Enlace para registrar su participación en el tema
7	Evaluación del módulo	0,45h	Formulario de Google	Ejercicio tipo problema caso real

PLAN MÓDULO 2: Balance con reacción química				
Tiempo estimado: 12 horas				
Estrategias de enseñanza y aprendizaje: Videos, lecturas, ejercicios				
Desarrollo del módulo				
Nº	Actividad	Tiempo	Herramienta tecnológica	Metodología
1	Introducción al curso (módulo 2) - Video de presentación a balances con reacción química	0,05 h	Video Youtube	Video introductorio de la importancia de los balances con reacción química
2	Grados de libertad en sistemas reactivos. -Balances de materia -Número de ecuaciones e incógnitas -Regla de los grados de libertad	1 h	Infografía, video explicativo YouTube	Ejercicios cortos en Formulario de Google de selección múltiple y verdadero o falso para evaluar el tema
3	Velocidad de reacción. -Razón molar (razón de producción, razón de consumo). -Coeficientes estequiométricos -Ecuación de balance por componente con reacción química	2 h	Infografía, video explicativo YouTube	Ejercicios cortos en Formulario de Google de selección múltiple y verdadero o falso para evaluar el tema
4	Conversión en reacciones químicas. -Definición de conversión -Relación con la estequiometría -Balance de materia en función de la conversión	2h	Infografía, video explicativo YouTube	Ejercicios cortos en Formulario de Google de selección múltiple y verdadero o falso para evaluar el tema
5	Reactivo límite y en exceso -Definición de reactivo límite y de porcentaje en exceso	2h	Infografía, video explicativo YouTube	Ejercicios cortos en Formulario de Google de selección múltiple y verdadero o falso para evaluar el tema
6	Selectividad y Rendimiento Fraccional -Definición, cálculo y ecuaciones de selectividad y rendimiento fraccional	2h	Infografía, video explicativo YouTube	Ejercicio corto en Formulario de Google de selección múltiple para evaluar el tema
7	Evaluación final del módulo	0,45h	Formulario de Google	Ejercicios tipo problema casos reales
8	Diagnóstico de perspectiva	0,5 h	Formulario de Google	Aplicación de una encuesta de 9 preguntas dirigida a estudiantes que participaron del OVA sobre su experiencia de aprendizaje, tiempo adicional dedicado al estudio y al trabajo independiente

5.1.2 Diversidad metodológica

Los elementos definidos para cada estrategia en la Tabla 1, se presentan como resultados del planteamiento de la estructura metodológica del OVA definido para este proyecto. En esta fase se seleccionaron y justificaron técnicas activas de aprendizaje que orientan el diseño del recurso. La estructura metodológica considera Aprendizaje Basado en Problemas (ABP), gamificación, estudio de caso y aula invertida. Estas estrategias se vinculan con los contenidos de variables de proceso y balances con reacción química.

Tabla 1: *Diversidad metodológica*

Método activo de aprendizaje	Descripción	Ventaja
Aprendizaje basado en problemas (ABP)	Este método se lleva a cabo en diferentes 'islas', que son mundos temáticos donde se encuentran diversos temas, actividades y simuladores. Los estudiantes abordan problemas específicos en cada isla y desarrollan soluciones aplicando los conceptos que se muestran.	El ABP promueve el pensamiento crítico y la resolución de problemas reales. Los estudiantes no solo pretenden memorizar ciertos conceptos, sino que los usan para analizar situaciones complejas.
Gamificación	Cada isla se presenta como un "nivel" en un juego, donde los estudiantes avanzan al siguiente nivel al completar correctamente los desafíos o resolver ejercicios.	La gamificación aumenta la motivación y el compromiso de los estudiantes. Ha demostrado ser una excelente estrategia para involucrar a los estudiantes en el proceso de aprendizaje.
Estudio de caso	En la isla del "Gran Saber", los estudiantes pueden trabajar en estudios de caso donde resolverán situaciones industriales reales relacionadas con las variables de proceso y balances con reacción química.	El Estudio de Caso es otra forma en que los estudiantes pueden trabajar con situaciones del mundo real en las que deben aplicar teoría a la práctica y tomar decisiones.
Aula invertida	El contenido teórico (videos, lecturas) será entregado antes de la actividad práctica en cada isla, lo que permite que los estudiantes lleguen con una base sólida para realizar ejercicios interactivos durante las sesiones.	El modelo de Aula Invertida, mediante el cual los alumnos se preparan previamente para la clase, libera al docente de la necesidad de repetir información en el aula, permitiéndole, de este modo, aprovechar mejor el

tiempo para actividades interactivas y prácticas.

En la Tabla 2, se muestran los resultados obtenidos a partir de las estrategias digitales implementadas durante la realización del proyecto. Las estrategias empleadas se han seleccionado con la finalidad de complementar el aprendizaje, otorgando a los estudiantes un espacio interactivo, dinámico y autodidacta. Mediante la inclusión de simuladores, videos, lecturas dirigidas y encuestas, se fomenta el conocimiento teórico y práctico de los estudiantes; una educación autónoma que aborda los conceptos clave y una evaluación progresiva del conocimiento. Una educación gradual que no solo brinda conocimientos, sino también habilidades clave para resolver problemas reales. De esta manera, se presentan los resultados que demuestran la efectividad de las plataformas digitales en el aprendizaje continuo y variado.

Tabla 2: *Estrategias digitales*

Estrategias digitales	Descripción	Ventaja
Simulaciones	Se emplean simuladores de variables de proceso, lo que permitirá a los estudiantes ajustar parámetros y observar los resultados de manera interactiva.	La simulación permite a los estudiantes jugar con modelos interactivos de procesos químicos, lo que les permite manipular las variables y observar los efectos al instante.
Videos	Cada isla tiene un video introductorio que ilustra el tema clave, seguido de ejercicios interactivos basados en la teoría presentada.	Los videos representan una excelente oportunidad para transmitir el material teórico de una forma que resulte visualmente efectiva y dinámica, lo que sin duda simplifica la percepción de los conceptos más complejos.
Lectura guiada	Cada isla tiene información sobre las ecuaciones pertinentes de cada tema específico.	La lectura guiada permite que los estudiantes se sumerjan en la información técnica y comprendan las ecuaciones respectivas de cada tema.

Encuesta	Al final de cada módulo o isla, se incluyen evaluaciones y/o encuestas con el propósito de verificar que los estudiantes hayan comprendido los conceptos clave y sean capaces de aplicarlos adecuadamente.	Las encuestas al final de cada módulo o isla son una herramienta valiosa para determinar cuánto ha comprendido el estudiante los conceptos clave.
-----------------	--	---

5.1.3 Mapa de integración

En la Tabla 3, se muestran los resultados del mapa de integración desarrollado para el presente proyecto de grado, se enuncia teórica y estratégicamente las metodologías, herramientas digitales y estrategias de enseñanza en la implementación de cada módulo o isla. De acuerdo con, los contenidos teóricos, herramientas tecnológicas y dinámicas de aprendizaje activas, se definen en el siguiente mapa de integración:

Tabla 3: *Mapa de integración del OVA*

Módulo/Isla	Metodología	Herramienta Digital	Estrategia de Enseñanza
Leyenda "One Process"	Gamificación + Aula Invertida	Lectura guiada + Video	Introducción teórica
Isla de la Presión	ABP + Gamificación + Aula Invertida	Lectura guiada + Video + Simulador	Análisis de cómo la presión afecta los procesos químicos
Isla del Fuego Eterno	ABP + Gamificación + Aula Invertida	Lectura guiada + Video + Ejercicios interactivos	Comprensión de la temperatura en procesos químicos
Isla del Gran Flujo	ABP + Gamificación + Aula Invertida	Lectura guiada + Video + Ejercicios interactivos	Resolución de problemas con caudales
Isla de la Concentración	ABP + Gamificación + Aula Invertida	Lectura guiada + Video + Simulador	Cálculos de concentración y su impacto en procesos
Isla del Gran Saber	ABP + Estudio de Caso	Ejercicios + Encuesta	Aplicación global de variables de proceso

Monarca de los Procesos	Gamificación + Aula Invertida	Video	Introducción a balances con reacción química
Isla Grados de Libertad	ABP + Gamificación + Aula Invertida + Estudio de Caso	Lectura guiada + Video + Ejercicios interactivos	Resolución de grados de libertad en ejercicios prácticos
Isla Velocidad de Reacción	Estudio de Caso	Videos + lectura guiada	Análisis de la velocidad y su influencia en el proceso
Isla Conversión	ABP + Gamificación + Aula Invertida + Estudio de Caso	Lectura guiada + Video + Ejercicios interactivos	Cálculos de conversión en reacciones químicas
Isla de Reactivos	ABP + Gamificación + Aula Invertida + Estudio de Caso	Lectura guiada + Video + Ejercicios interactivos	Análisis del reactivo límite y el reactivo en exceso
Isla Selectividad y Rendimiento	ABP + Gamificación + Aula Invertida + Estudio de Caso	Lectura guiada + Video + Ejercicios interactivos	Cálculos de selectividad y rendimiento fraccional en procesos químicos
Isla del Gran Saber	ABP + Estudio de Caso	Ejercicios + Encuesta	Integración de todos los temas en un caso práctico

5.1.4 Pertinencia pedagógica y valor agregado

El ABP y la gamificación como metodologías activas positivas promueven una mayor autonomía de los estudiantes. El último implica la posibilidad de que los estudiantes se muevan a su propio ritmo, mientras que la aplicación a problemas de la vida real lleva a la retención y la mejora cuando se trata de habilidades. Al mismo tiempo, ambos enfoques fomentan la educación integral, lo que ayuda a las personas a comprender mejor cómo integrar lo teórico y lo práctico.

La gamificación y el uso de simuladores proporcionan una experiencia de aprendizaje más inconcebible e inspiradora que los métodos tradicionales de enseñanza, como las clases magistrales. En particular, los elementos del juego permiten que los estudiantes sientan que forman parte activa de la experiencia de aprendizaje, lo que aumenta su motivación y esfuerzo porque

quieren obtener recompensas ficticias. Por otro lado, los simuladores permiten a los aprendices relacionarse con los conceptos de manera directa y práctica. Dado que el aprendizaje no tiene consecuencias negativas en un entorno simulado, pueden probar y equivocarse mientras comprenden mejor los conceptos clave. El balance entre teoría y práctica es necesario para garantizar una adecuada comprensión de los conceptos. La propuesta estructural permitirá a los estudiantes asimilar los principios básicos bajo aspectos teóricos para, más adelante, aplicar dichas bases en simulaciones y ejercicios.

5.1.5 Posibles limitaciones y proyección de impacto

A pesar de las numerosas ventajas y beneficios mencionados, una de las mayores barreras para implementar estas metodologías es la necesidad de recursos tecnológicos. Se requiere que los estudiantes tengan dispositivos conectados a Internet para poder usar adecuadamente una variedad de herramientas digitales, como simuladores y plataformas de gamificación. Sin embargo, varios grupos de estudiantes no pueden tener acceso a esta tecnología, lo que puede generar desigualdades en el aprendizaje entre alumnos en ambientes físicos y ambientes en línea, en especial en lugares con un fuerte déficit de recursos o baja conectividad.

5.2 OVA como estrategia de enseñanza con el uso de las TIC.

En la Figura 4, Figura 5, Figura 6 y Figura 7, el OVA diseñado y operativo se basa en una plataforma educativa con una serie de módulos interactivos para guiar el proceso de aprendizaje de los conceptos complejos de la ingeniería química y afines. Internamente, contiene varios módulos temáticos, cada uno de los cuales está destinado a una de las áreas clave del curso: en la parte 1 Variables de proceso y en la parte 2 balances con reacción química. Cada módulo está dividido en

contenido teórico, actividades prácticas y evaluación para presentar al estudiante la oportunidad de familiarizarse con los fundamentos del proceso y su solución.

Figura 4

Menú principal del OVA

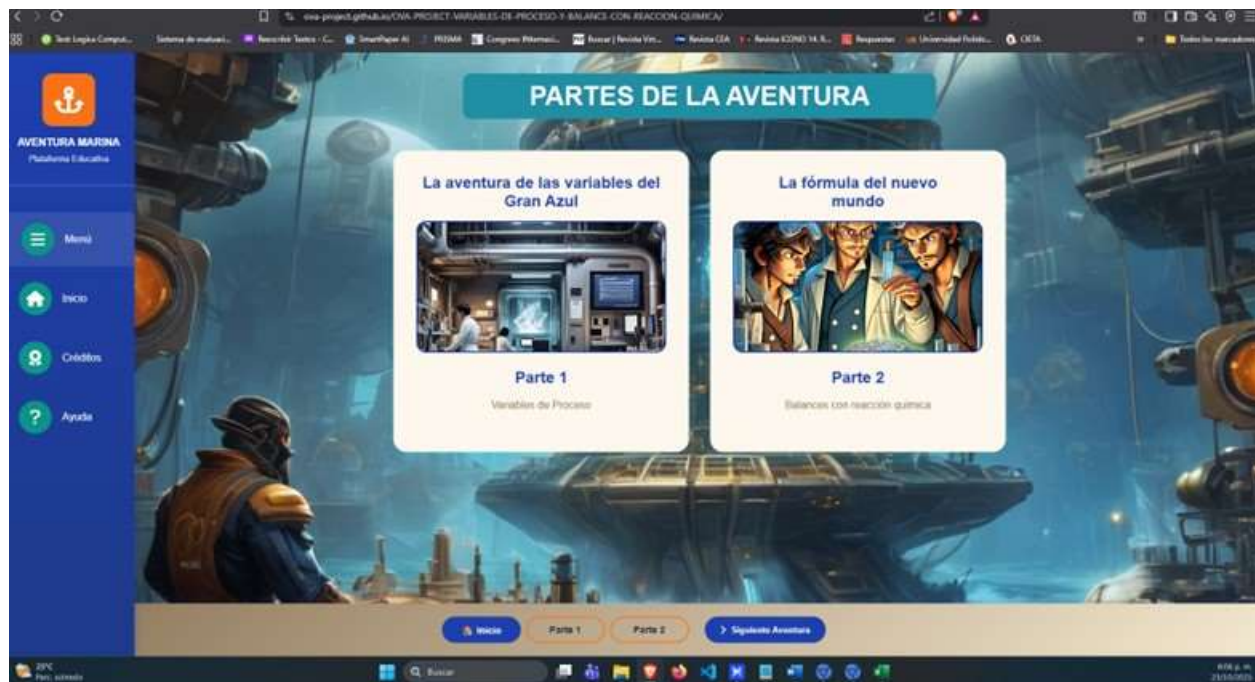


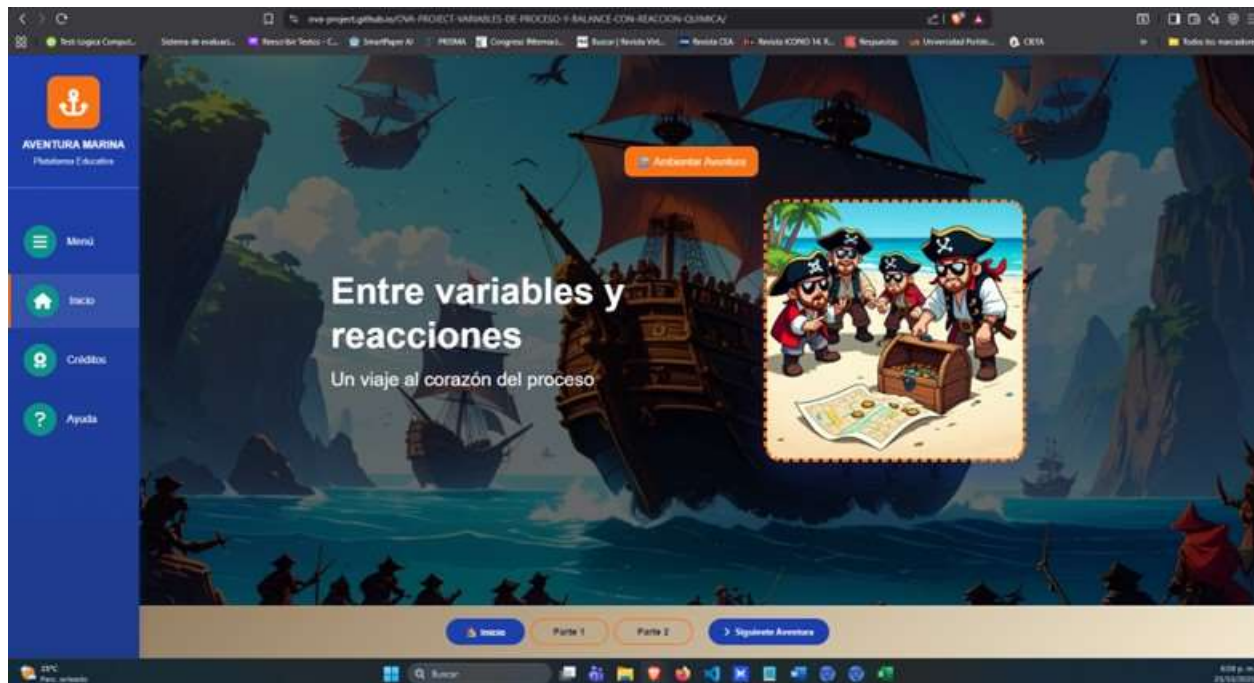
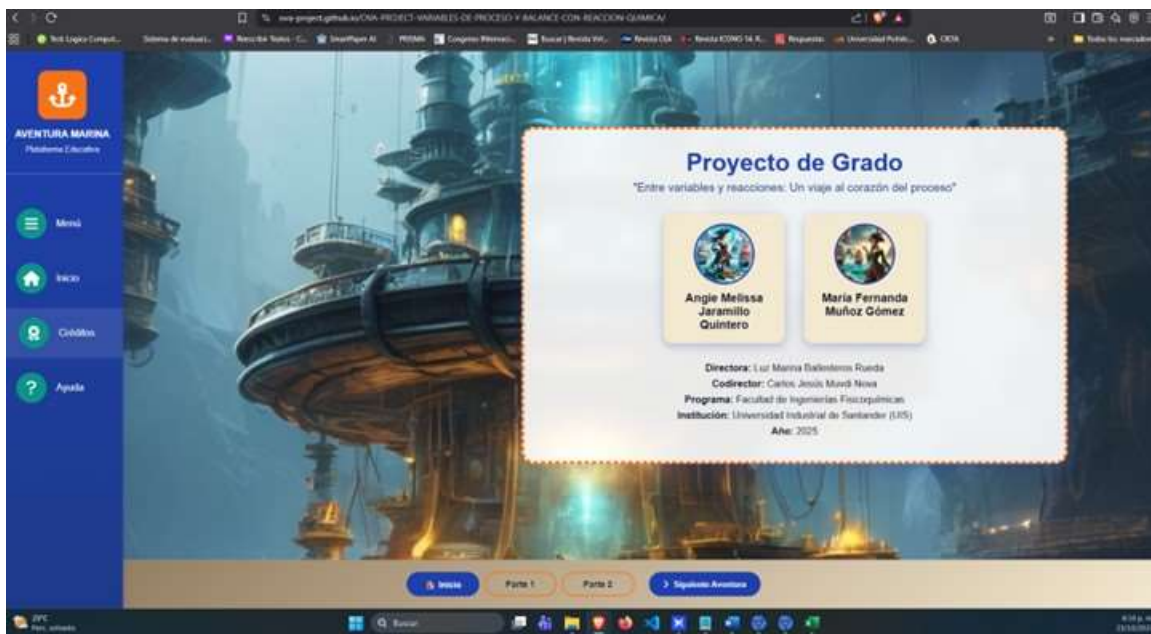
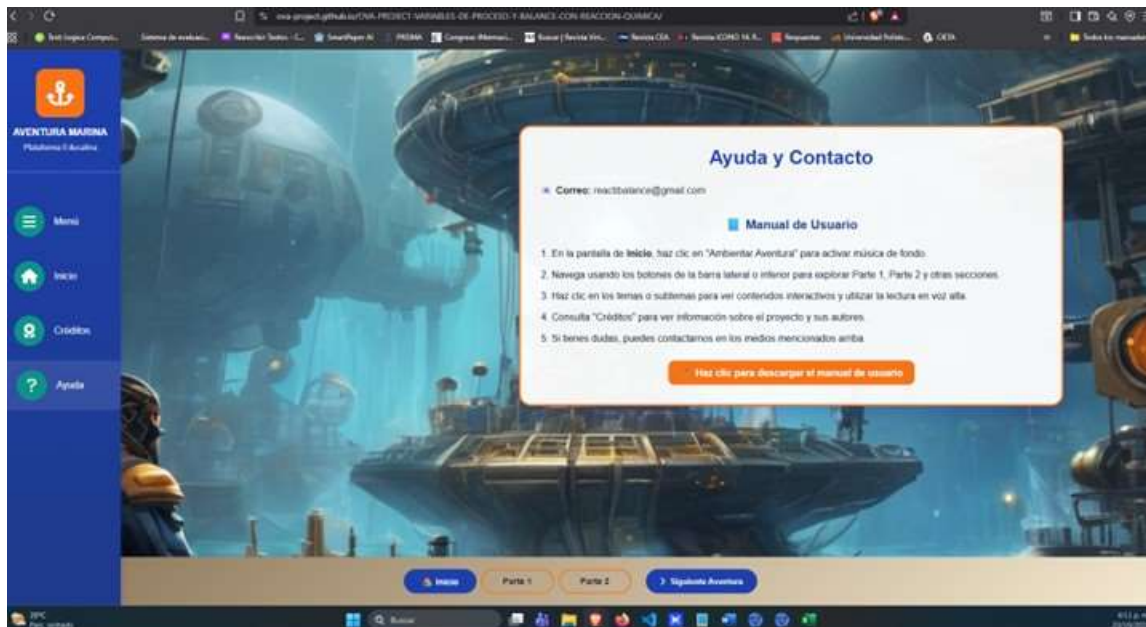
Figura 5*Inicio del OVA***Figura 6***Créditos del OVA*

Figura 7*Ayuda del OVA*

Para el propósito de transformar el proceso de enseñanza-aprendizaje y enriquecer la experiencia educativa, en la Tabla 4 se muestran los elementos necesarios para el diseño de este enfoque didáctico, basado en el uso de herramientas digitales. La aplicación de estas tecnologías promueve un aprendizaje dinámico, flexible e interactivo, lo que favorece una comprensión más profunda de los conceptos complejos y potencia la retención del conocimiento.

Tabla 4: *Elementos que hacen parte del OVA*

Elemento	Descripción	Número de Documentos/Recursos	Tipo de Interacción
Documentos Teóricos	Información teórica sobre variables de proceso y balances con reacción química	9	Lectura
Formularios de Evaluación	Formularios para autoevaluación y evaluación entre pares	11	Interacción usuario

Ejercicios Interactivos	Ejercicios prácticos de resolución de variables de proceso y balances con reacción química	9	Resolución prácticos
Simulaciones	Simulaciones de procesos con enfoque en estequiometría	2	Simulación
Recursos Pedagógicos	Videos, infografías y guías didácticas sobre el tema	16	Visualización

5.3 Evaluación del OVA como estrategia de aprendizaje.

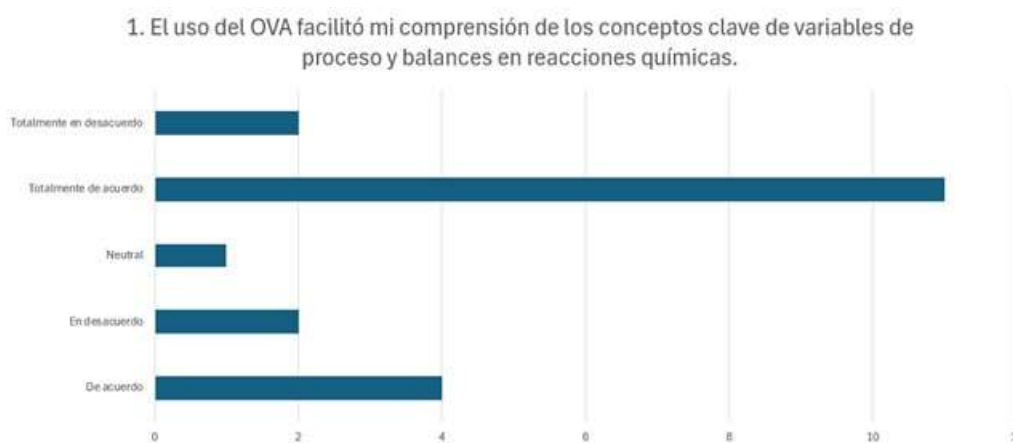
En las Figuras 8 al 15 se muestran los resultados de la encuesta de satisfacción, los cuales constituyen un insumo de alta relevancia para el análisis de la calidad del OVA, tanto desde una perspectiva cuantitativa como cualitativa. Esto se debe a que la percepción de los estudiantes respecto a la herramienta representa una fuente directa de retroalimentación sobre su experiencia de uso. A partir de esta evaluación, fue posible identificar tanto las principales fortalezas del recurso como las oportunidades de mejora y los ajustes necesarios para optimizar su presentación y funcionalidad en futuras versiones. En consecuencia, estos resultados contribuyen a garantizar la pertinencia y vigencia del OVA como recurso didáctico para la formación de estudiantes de ingeniería química y áreas afines.

De los 20 participantes, el 23,53% manifestó una postura neutral o negativa frente al OVA, lo que corresponde a un total de cuatro estudiantes. Este grupo incluyó a quienes seleccionaron las opciones Neutral, En desacuerdo y Totalmente en desacuerdo, como se observa en la Figura 8. Si bien este porcentaje no es mayoritario, resulta relevante, ya que sugiere que algunos estudiantes pudieron no haber encontrado suficiente claridad o conexión con el contenido presentado. En consecuencia, se hace necesaria una revisión posterior del OVA con el fin de identificar posibles barreras en la comprensión o en la interacción con la herramienta. Por otra parte, el 76,47% restante

correspondió a respuestas favorables, que agrupan a los participantes que manifestaron estar De acuerdo o Totalmente de acuerdo, lo cual evidencia una percepción positiva general. Estos resultados, igualmente ilustrados en la Figura 8, indican que para la mayoría de los estudiantes el OVA cumplió con su propósito de facilitar la comprensión de los conceptos clave abordados.

Figura 8.

Facilidad en el uso del Objeto Virtual de Aprendizaje



Como se evidencia en la Figura 9, de los 20 estudiantes, cinco (25%) indicaron que el OVA no permitió comprender con suficiente claridad la relación entre las variables de proceso y el comportamiento de las reacciones químicas. Este resultado sugiere que la secuencia de contenidos y ejercicios podría no ajustarse plenamente al nivel de conocimientos previos de algunos estudiantes. Asimismo, pone de manifiesto la posible necesidad de incorporar un mayor número de ejemplos resueltos de forma guiada retroalimentación más inmediata y ajustes en aspectos de usabilidad de la herramienta. En contraste, 15 estudiantes (75 %) manifestaron que el OVA sí facilitó el autoaprendizaje en relación con la temática abordada, lo cual respalda la pertinencia de la estructura del recurso y del material empleado para articular los conceptos teóricos con su aplicación en balances de materia con reacción química.

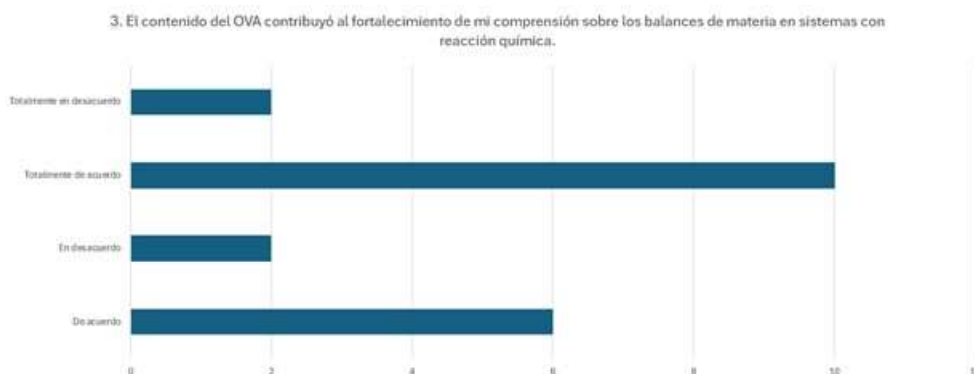
Figura 9*Comprensión en el uso del Objeto Virtual de Aprendizaje*

Los resultados correspondientes a la Figura 10 muestran que, para esta pregunta, cuatro de los 20 estudiantes encuestados (25 %) se ubicaron en las categorías Neutral, En desacuerdo y Totalmente en desacuerdo. Este porcentaje indica que, para este grupo, el contenido del OVA no fue suficiente para consolidar de manera adecuada el procedimiento de los balances de materia con reacción química. En contraste, 16 estudiantes (75 %) manifestaron estar De acuerdo o Totalmente de acuerdo, lo que sugiere que, para la mayoría de los participantes, el OVA contribuyó favorablemente a la comprensión de la temática. Esta tendencia respalda la coherencia de la

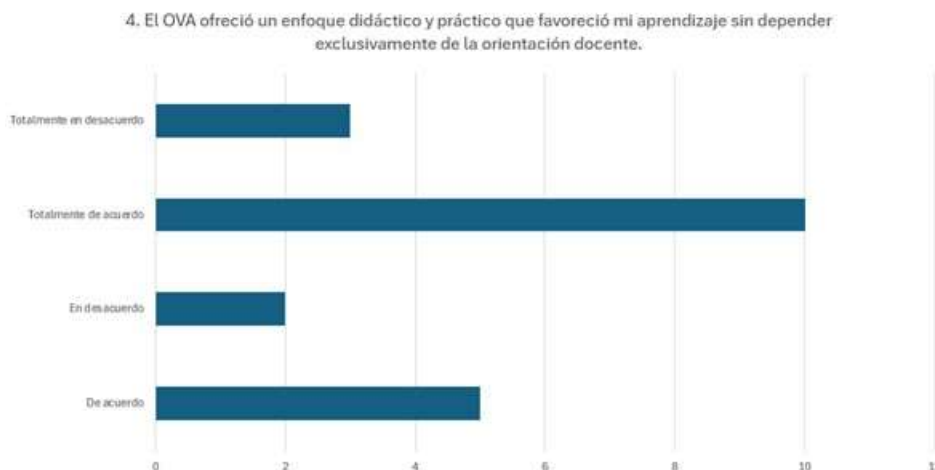
secuencia de contenidos y de las actividades propuestas para relacionar la reacción química con el planteamiento del balance de materia.

Figura 10

Pertinencia del contenido del Objeto virtual de Aprendizaje



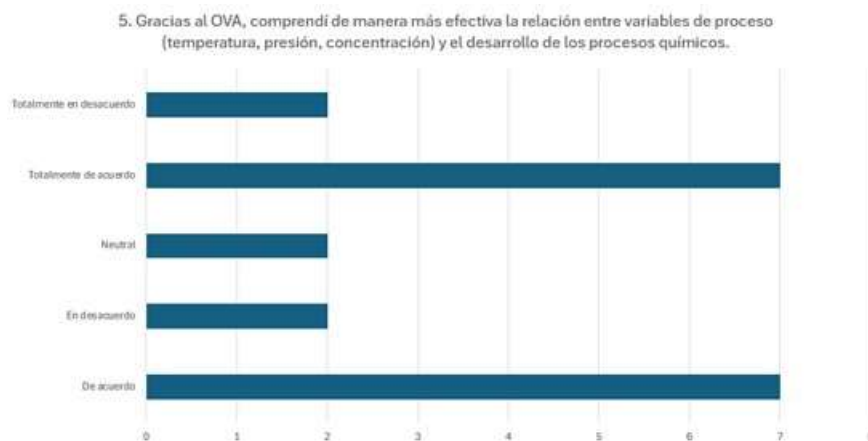
La Figura 11 presenta los resultados correspondientes a la pregunta 4, en la cual cuatro de los 20 estudiantes encuestados (25 %) se ubicaron en las categorías En desacuerdo o Totalmente en desacuerdo. Este resultado indica que, para este grupo, el OVA no fue suficiente para propiciar el aprendizaje autónomo sin el acompañamiento docente, lo que podría estar asociado a la ausencia de un tutorial de uso inicial o a la necesidad de instrucciones más claras y visibles en cada actividad. En contraste, 16 estudiantes (75 %) manifestaron estar De acuerdo o Totalmente de acuerdo, lo que evidencia que la mayoría percibió un alto grado de autonomía en el uso del OVA. Para este grupo, la secuencia de contenidos y actividades permitió avanzar, practicar y verificar la comprensión de los conceptos sin depender exclusivamente del docente.

Figura 11*Enfoque didáctico y práctico*

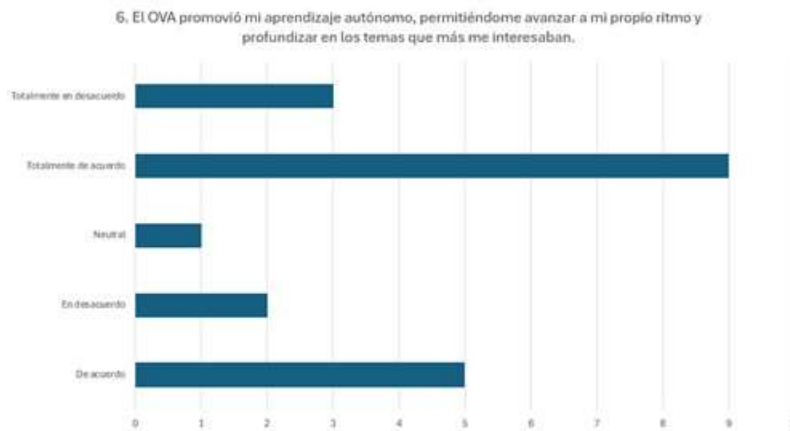
Los resultados correspondientes a la Figura 12, asociados a la pregunta 5, indican que seis de los 20 estudiantes encuestados (30 %) seleccionaron las opciones Neutral, En desacuerdo o Totalmente en desacuerdo. Este resultado sugiere que una parte del grupo no logró consolidar adecuadamente la relación entre las variables de temperatura, presión y concentración con el desarrollo de los procesos químicos, lo cual podría estar relacionado con la necesidad de incorporar más ejemplos numéricos comparativos que refuercen estos conceptos. Por el contrario, 14 estudiantes (70 %) manifestaron estar De acuerdo o Totalmente de acuerdo, lo que evidencia que la mayoría logró establecer una conexión clara entre las variables de proceso y el comportamiento del sistema. Este hallazgo respalda la pertinencia de las explicaciones y actividades propuestas en el OVA para favorecer la comprensión y aplicación de estas relaciones en el contexto de los procesos químicos.

Figura 12

Comprensión de las temáticas presentes en el OVA



En la Figura 13, correspondiente a la pregunta 6, se observa que seis de los 20 estudiantes (30 %) se ubicaron en las categorías Neutral, En desacuerdo o Totalmente en desacuerdo, lo que sugiere que, para este grupo, el OVA no favoreció plenamente el avance a ritmo propio, posiblemente debido a la falta de orientaciones claras de navegación o de personalización en la práctica. En contraste, 14 estudiantes (70 %) manifestaron estar De acuerdo o Totalmente de acuerdo, indicando que la mayoría pudo avanzar de manera autónoma sin requerir apoyos adicionales

Figura 13*Promover el aprendizaje*

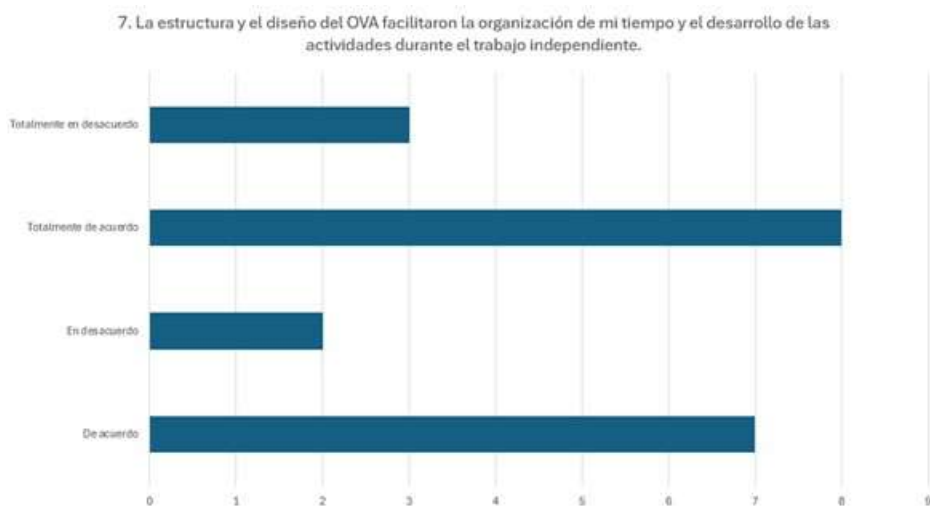
Los resultados presentados en la Figura 14 muestran que cinco de los 20 estudiantes (25 %) expresaron una percepción negativa, lo que sugiere que, para este grupo, la estructura y el diseño del OVA no apoyaron adecuadamente la gestión del tiempo. Esta percepción podría estar relacionada con la ausencia de estimaciones de duración por actividad, una ruta de navegación más clara, indicadores de avance o listas de verificación que faciliten la planificación del trabajo autónomo. En contraste, 15 estudiantes (75 %) manifestaron una percepción positiva, lo que indica que la mayoría reconoció un adecuado orden y secuencia en los módulos y actividades, los cuales facilitaron la distribución del tiempo, la organización de las tareas y la continuidad durante el estudio autónomo.

La estructuración modular del OVA también posibilita una identificación puntual de los objetivos de cada sección, contenidos a abordar y actividades asociadas, disminuyendo la carga

cognitiva y permitiendo abordar mejor información nueva y más compleja respecto de variables de proceso y balances con reacción química. Las observaciones anteriores permiten evidenciar que un correcto diseño influye de manera favorable, no solo en la diferencia conceptual, sino en la eficacia del proceso de aprendizaje en sí.

Figura 14

Estructura y diseño del OVA

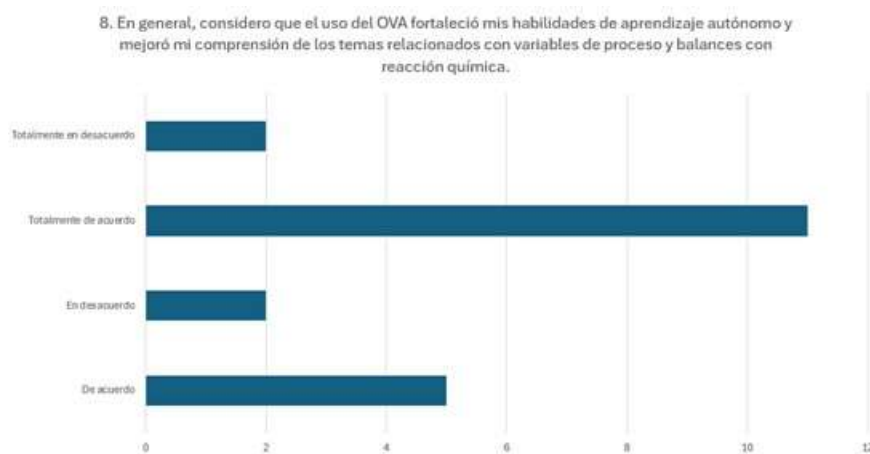


Los resultados correspondientes a la Figura 15, asociados a la pregunta 8, muestran que seis de los 20 estudiantes encuestados (30 %) se ubicaron en las categorías Neutral, En desacuerdo o Totalmente en desacuerdo, mientras que 14 estudiantes (70 %) manifestaron estar De acuerdo o Totalmente de acuerdo. El porcentaje de respuestas no favorables sugiere que, para una parte del grupo, el OVA no logró consolidar de manera simultánea la autonomía y la comprensión de los contenidos. Esta percepción podría estar relacionada con la necesidad de una guía de estudio más estructurada, retroalimentación más inmediata en la resolución de ejercicios o una mayor cantidad de prácticas aplicadas que faciliten la articulación entre las variables de proceso y los balances de materia con reacción. Por otra parte, el 70 % de respuestas favorables indica que la mayoría de los

estudiantes percibió un efecto positivo del OVA, al fortalecer el trabajo independiente y mejorar la comprensión de los temas abordados. En conjunto, estos resultados respaldan el uso del OVA como un recurso de apoyo pertinente dentro del proceso de enseñanza y aprendizaje.

Figura 15

Uso del OVA para fortalecer las habilidades de aprendizaje



Conclusiones

La investigación desarrollada permite evidenciar la pertinencia de integrar estrategias pedagógicas innovadoras con apoyo en tecnologías digitales para el fortalecimiento de los procesos de enseñanza-aprendizaje en entornos de educación superior. A través del diseño, desarrollo y evaluación de un objeto virtual de aprendizaje fue posible demostrar que es posible abordar contenidos de una alta complejidad conceptual, como las variables de proceso y los balances de materia con reacción química, con herramientas didácticas estructuradas que promueven la comprensión, el aprendizaje autónomo y la participación del estudiante.

El desarrollo de un objeto virtual de aprendizaje orientado al estudio de variables de proceso y balances con reacción química reviste importancia debido a la complejidad y abstracción de los contenidos, en el marco de la formación del ingeniero químico y disciplinas afines. El OVA facilita la conexión de conceptos teóricos con la práctica, permitiendo la observación sistemática de la interacción entre parámetros operativos y el comportamiento de los sistemas reactivos. Asimismo, la herramienta fomenta el aprendizaje autónomo y la auto regularización, fortalece el razonamiento analítico, habilidades necesarias para la gestión académica y profesional del ingeniero.

La utilización de tecnologías educativas, como los objetos virtuales de aprendizaje, se posiciona como una estrategia indispensable para hacer frente a las exigencias actuales de la educación superior en cualquier disciplina del saber y en todo tipo de profesiones universitarias. En este sentido, los OVA son herramientas ideales para la caracterización de una gama amplia de metodologías pedagógicas, fomentar el aprendizaje autónomo, así como favorecer el acceso flexible a los contenidos, atendiendo a los diversos estilos y ritmos de aprendizaje del estudiante.

Recomendaciones

Para futuras investigaciones centradas en el desarrollo de objetos virtuales de aprendizaje, se recomienda ampliar y diversificar los contenidos, vinculándose a escenarios de aplicación distintos sobre la ejemplificación de diversos procesos químicos e industriales. En este sentido, casos de estudio más complejos, sistemas con múltiples reacciones, recirculación, mezcla, separación de fases y condiciones no estacionarias para aumentar la aplicabilidad y afinar la pertinencia del OVA en niveles de formación más avanzados.

En cuanto a futuros desarrollos del OVA, convendría introducir herramientas de simulación interactiva y sistemas de retroalimentación más sofisticados. De este modo, debería ser posible al alumno observar en tiempo real cómo las variaciones en las variables de proceso afectan el comportamiento de los sistemas con reacción química. La utilización de simuladores, animaciones dinámicas o laboratorios de experimentación virtual influiría en el fomento de un aprendizaje experiencial, el incremento de la comprensión en términos de relaciones causa-efecto.

Se sugiere que futuras investigaciones realicen evaluaciones longitudinales del impacto del OVA, con el fin de analizar su influencia en el aprendizaje a mediano y largo plazo, así como su efecto en el desempeño académico de los estudiantes.

Referencias

- Aparicio-Gómez, O.-Y., & Aparicio-Gómez, W.-O. (2024). Innovación educativa con sistemas de aprendizaje adaptativo impulsados por Inteligencia Artificial. *Revista Internacional de Pedagogía e Innovación Educativa*, 4(2), 343-363. doi:<https://doi.org/10.51660/ripie42222>
- Buitrago Bautista, W. (2024). Modelo b-learning para el avance de los aprendizajes en lectoescritura en los estudiantes de grado tercero de básica primaria del colegio el Jazmín sede b en Bogotá. *Universidad Nacional y a Distancia UNAD*, 1-161. Obtenido de <https://repository.unad.edu.co/bitstream/handle/10596/63393/wnbuitragob.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Castellanos González, D., & López Velásquez, N. (2023). Diseño y validación de un Objeto Virtual de Aprendizaje soportado en las valoraciones potenciométricas de formación de Quelatos. *Universidad Pedagógica Nacional*, 1-122. Obtenido de <http://repositorio.pedagogica.edu.co/bitstream/handle/20.500.12209/19011/Dise%c3%b1o%20y%20validaci%c3%b3n%20de%20un%20objeto%20virtual%20.pdf?sequence=4&isAllowed=y>
- Devia Roa, D. (2024). Diseño de objeto virtual de aprendizaje (OVA) para el análisis de las leyes de conservación en colisión de hadrones. *Revista EIA*, 21(42), 1-22. doi:<https://doi.org/10.24050/reia.v21i42.1796>
- Díaz Villa, E., & Saganome Arce, A. (2024). Desarrollo de una Objeto Virtual de Aprendizaje (OVA) como herramienta digital facilitadora del proceso enseñanza-aprendizaje en la actividad académica de Optimización de la Escuela de Ingeniería Química. *Universidad*

Industrial de Santander, 1-85. Obtenido de <https://noesis.uis.edu.co/server/api/core/bitstreams/9f510b4d-4ec5-4da9-b040-aa7afc2662b3/content>

Hernández Muñoz, G., Prieto Salinas, H., Fernández Garza, J., & García Lozano, M. (2024). Comunicación e innovación educativa hacia un aprendizaje significativo. *San Roberto International School*, 1-125. Obtenido de <http://eprints.uanl.mx/27891/1/comunicacio%CC%81n%20e%20innovacio%CC%81n%20educativa%20AMAZON.pdf#page=11>

Huamani Condori, N. (2025). Aplicando la teoría constructivista de "Jean Piaget" en la IEP "Jean Piaget" del distrito de Orcopampa Provincia de Castilla - Arequipa, 2023. *Universidad José Carlos Mariátegui*, 1-38. Obtenido de https://repositorio.ujcm.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12819/3537/Nancy_trab-suf_titulo_2025.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Moreno Rico, J. (2025). Desarrollo de un prototipo de simulación interactiva para la formulación y balanceo de reacciones Químicas en ambiente móvil. *Universidad Distrital Francisco José de Caldas*, 1-95. Obtenido de <https://repository.udistrital.edu.co/server/api/core/bitstreams/2d3a6413-aab4-4ea8-93f8-396068e984c1/content>

Olmedo-Flores, D., Gordon-Merizalde, G., Jara-Zarria, H., Chuqui-Shañay, M., Lema-Coordonez, S., & Palaguaray-Guagrilla, D. (2024). La eficacia de la Gamificación en el Fomento de la

- Motivación y el aprendizaje activo en Aulas Virtuales. *Revista Científica Retos de la Ciencia*, 1(4), 239-251. doi:<https://doi.org/10.53877/rc.8.19e.202409.19>
- Pizarro Hill, K., Quintero, A., Secaida Vega, A., & Blake Grenald, Y. (2024). Uso de Objetos Virtuales de Aprendizaje y la atención a ritmos y estilos de aprendizaje. *Revista Científica Especializada en Educación y Ambiente*, 3(1), 192-206. doi:<https://doi.org/10.48204/rea.v3n1.5113>
- Riscanevo Getial, J. (2021). Las prácticas experimentales como estrategia didáctica para contribuir al proceso de enseñanza y aprendizaje de la Química en estudiantes de grado noveno de la Institución Educativa Municipal Libertad. *Universidad de Nariño*, 1-145. Obtenido de <https://sired.udenar.edu.co/8656/1/210819.pdf>
- Ruiz Murillo, K. (2023). Los Objetos Virtuales de Aprendizaje (OVA) como herramienta para el aprendizaje de Precálculo en la Educación Superior. *Universidad Nacional de Costa Rica*, 1-21. Obtenido de <https://repositorio.una.ac.cr/server/api/core/bitstreams/e1c802a2-e2ea-4a62-854d-e4261ac79e66/content>
- Sarmiento Díaz, J., & Wilches Sánchez, W. (2024). Diseño de un Objeto Virtual de Aprendizaje (OVA) para la enseñanza y aprendizaje de las ecuaciones Lineales en la educación básica y media durante la época de postpandemia en Colombia. *Universidad Pedagógica Nacional*, 1-91. Obtenido de <http://repository.pedagogica.edu.co/bitstream/handle/20.500.12209/20032/Dise%c3%bl0%20de%20un%20Objeto%20Virtual%20de%20Aprendizaje%20%28OVA%29%20para>

%20la%20Ense%3%blanza%20y%20Aprendizaje%20de%20las%20Ecuaciones%20Lineales.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Tejedor Garzón, A., & Muñoz Montalvan, H. (2024). ChemicalAid para el aprendizaje de la estequiometría, en el segundo de Bachillerato General Unificado Educativa Roberto Rodas. *Universidad Nacional de Educación*, 1-114. Obtenido de <https://repositorio.unae.edu.ec/server/api/core/bitstreams/eb398462-4cda-49fd-b4c1-abaf3274ddaf/content>

Valderrama Ruiz, L., & Vizcaíno Duarte, Y. (2024). Recursos educativos digitales incorporados en secuencias didácticas para la asignatura de química: un desafío para fortalecer la comprensión del entorno físico en estudiantes de grado 7° de la Corporación Trigal del Norte. *Universidad de Cartagena*, 1-139. Obtenido de <https://repositorio.unicartagena.edu.co/server/api/core/bitstreams/fc44cbbc-49bd-4060-85e0-1013a23fb685/content>

Vilchez-Guizado, J., & Ramón-Ortiz, J. (2024). Influencia del pensamiento computacional y visual en el aprendizaje de la matemática en estudiantes universitarios. *Información Tecnológica*, 35(4), 13-24. doi:<http://dx.doi.org/10.4067/s0718-07642024000400013>

Apéndice

Apéndice 1. Encuesta para obtener la perspectiva detallada de como los estudiantes perciben la asignatura en la actualidad con una metodología tradicional de aprendizaje.

A continuación, encontrarás una serie de afirmaciones relacionadas con tu experiencia de aprendizaje en la asignatura, considerando los recursos y metodologías habituales de enseñanza (clases, materiales de lectura, textos, entre otros), así como el tiempo adicional que dedicas al estudio y al trabajo independiente. Te invitamos a responder de acuerdo con tu percepción personal.

Durante tu estudio independiente de la asignatura de Estequiometría, ¿cuáles de las siguientes actividades realizas con mayor frecuencia? (Puedes marcar más de una opción)

- Leer apuntes de clase
- Revisar el material de lectura o guías entregadas por el profesor
- Resolver ejercicios propuestos en clase
- Buscar información adicional en libros o bibliografía recomendada.
- Consultar recursos digitales (videos, simuladores, páginas web especializadas)
- Estudiar en grupo con compañeros
- Elaborar resúmenes, mapas conceptuales o esquemas propios
- Prepararme solo para los exámenes sin estudiar de manera continua

Por favor, indica en qué medida estás de acuerdo o en desacuerdo con cada afirmación utilizando la siguiente escala:

- 1 = Totalmente en desacuerdo

- 2 = En desacuerdo
 - 3 = Neutral
 - 4 = De acuerdo
 - 5 = Totalmente de acuerdo
1. Con el material y las clases habituales me resulta suficiente comprender los conceptos de la asignatura, sin necesidad de dedicar tiempo adicional al estudio independiente.
 2. Las explicaciones y materiales actuales me permiten entender los temas de la asignatura de manera clara.
 3. El material de lectura que el profesor ha puesto a mi disposición hasta ahora ha sido útil para mi aprendizaje independiente.
 4. Con los recursos tradicionales (clases magistrales, libros de texto, lecturas, etc.) logro aplicar los conocimientos a situaciones prácticas.
 5. Durante el estudio independiente con los materiales habituales me resulta difícil mantener la concentración, porque siento que falta interactividad o dinamismo.
 6. Los recursos para el estudio independiente de la asignatura no generan suficiente motivación para mantenerme activo(a) en el aprendizaje.
 7. Las actividades y ejercicios que realizado durante mi trabajo independiente hasta ahora no me brindan suficiente experiencia práctica para comprender completamente los conceptos.

Apéndice 2. Encuesta dirigida a estudiantes de cuarto semestre de Ingeniería Química que utilizaron el OVA “Entre variables y reacciones: Un viaje al corazón del proceso” con el propósito de recoger su percepción sobre la utilidad del OVA como herramienta de apoyo para el estudio independiente.

Por favor, indique su nivel de acuerdo con las siguientes afirmaciones, utilizando la escala:

- 1 = Totalmente en desacuerdo
 - 2 = En desacuerdo
 - 3 = Neutral
 - 4 = De acuerdo
 - 5 = Totalmente de acuerdo
1. El uso del OVA me permitió comprender de forma autónoma los conceptos clave relacionados con variables de proceso y balances en sistemas con reacción química.
 2. Durante mi trabajo independiente, el OVA facilitó la comprensión de cómo las variaciones en las variables de proceso afectan el comportamiento de las reacciones químicas.
 3. El contenido del OVA contribuyó al fortalecimiento de mi comprensión sobre los balances de materia en sistemas con reacción química.
 4. El OVA ofreció un enfoque didáctico y práctico que favoreció mi aprendizaje sin depender exclusivamente de la orientación docente.
 5. Gracias al OVA, comprendí de manera más efectiva la relación entre variables de proceso (temperatura, presión, concentración) y el desarrollo de los procesos químicos.
 6. El OVA promovió mi aprendizaje autónomo, permitiéndome avanzar a mi propio ritmo y profundizar en los temas que más me interesaban.
 7. La estructura y el diseño del OVA facilitaron la organización de mi tiempo y el desarrollo de las actividades durante el trabajo independiente.
 8. En general, considero que el uso del OVA fortaleció mis habilidades de aprendizaje autónomo y mejoró mi comprensión de los temas relacionados con variables de proceso y balances con reacción química.

9. Por favor, indique las mejoras o sugerencias que considere pertinentes para optimizar el uso y la efectividad del OVA como herramienta de apoyo en su trabajo independiente.

Apéndice 3. Plan de asignatura Estequiometría

Profesor Carlos Jesús Muvdi Nova
Escuela de Ingeniería Química
2^{do} semestre de 2025



ESTEQUIOMETRÍA- 23229			
REQUISITOS: Introducción a la ingeniería química Química III	INTENSIDAD HORARIA SEMANAL: 12		SEMESTRE: IV
	TAD: 4	TI: 8	C: 4
JUSTIFICACIÓN: La asignatura Balances de Materia es una de las materias fundamentales para la formación de un ingeniero químico ya que permite a partir del dominio del principio de conservación de masa, determinar los flujos y composiciones de las corrientes involucradas en cada unidad de un proceso químico, a la vez que se aprende a interpretar y construir diagramas de flujo, ambos aspectos claves en el quehacer diario del futuro egresado. Por otro lado, la asignatura balance de materia es una asignatura integradora de conceptos adquiridos hasta el momento por el estudiante en su ciclo básico en los cursos de química, solución de sistemas de ecuaciones lineales y conversión de unidades. A su vez, su dominio es indispensable para el desarrollo de gran parte de los balances de materia y energía realizados en las asignaturas de nivel superior dentro del programa de Ingeniería Química.			
PROPÓSITOS DEL CURSO: <ul style="list-style-type: none"> • Proporcionar al estudiante las herramientas necesarias para el análisis y resolución de balances de materia macroscópicos en diferentes unidades de proceso de ingeniería química. • Promover la comprensión de las variables de proceso, entendiendo sus dimensiones y aplicando factores de conversión de unidades. • Incentivar el trabajo en equipo y el aprendizaje colaborativo para el logro de mejores resultados personales y de grupo. • Potenciar la búsqueda y análisis de información (incluyendo en lengua extranjera) para dar respuesta a problemas de ingeniería química. 			
COMPETENCIAS DE APRENDIZAJE <ul style="list-style-type: none"> • Construye e interpreta diagramas de flujo de un proceso químico a partir del entendimiento de las unidades involucradas. • Aplica el principio de conservación de masa y el análisis de grados de libertad para la determinación de flujos y composiciones de las corrientes involucradas dentro de un proceso químico. • Reconoce la importancia del trabajo en equipo y el aprendizaje colaborativo para el logro de mejores resultados personales y de grupo. • Asume con responsabilidad los compromisos de la asignatura. 			

Tabla 5: *Temas y Subtemas Estequiometría*

SEMANA	TEMÁTICA
1 (4 ago – 08 ago)	Introducción al curso. Diagramas de flujo de proceso: equipos, unidades de proceso y corrientes. Concepto de proceso, clasificación de los procesos.
2 (11 ago – 15 ago)	Gas ideal, presión parcial. Composición de gases ideales. Variables de proceso: masa, volumen, densidad, temperatura, presión, flujo y composición en base másica y molar. conversión de unidades. cálculo del peso molecular promedio.
Primer corte, lunes 25 de agosto de 2025, 12 – 1 pm	
3 (18 ago – 22 ago)	Concepto de sistema y frontera de un sistema. Ecuación general del balance de materia. Tipos de balance. Balances en sistemas con una unidad sin reacción. Análisis de grados de libertad en un equipo.
4 (25 ago – 29 ago)	Balances en sistemas con una unidad sin reacción.
5 (01 sep – 05 sep)	Análisis de grados de libertad para un sistema con múltiples unidades. Descripción del principio de funcionamiento: mezclador, divisor de corriente, reciclo, derivación y purga.
6 (08 sep – 12 sep)	Análisis de grados de libertad para un sistema con múltiples unidades. Descripción del principio de funcionamiento: mezclador, divisor de corriente, reciclo, derivación y purga.
Segundo corte, lunes 22 de septiembre de 2025, 12 – 1 pm	
Del Calendario Académico 2025-2 Fecha máxima para registrar la primera nota (21 septiembre)	
7 (15 sep – 19 sep)	Estequiometría de sistemas con reacción. Análisis de grados de libertad en sistemas con unidades de reacción. Balance de masa en sistemas con reacción química: balances por componentes, avance o velocidad de reacción, balance elemental.
8 (22 sep – 26 sep)	Balance de masa en sistemas con reacción química: balances por componentes, avance o velocidad de reacción, balance elemental. Concepto de reactivo limitante y porcentaje de reactivo en exceso.
9 (29 sep – 03 oct)	Reacciones de combustión. Cálculo de oxígeno teórico y porcentaje de aire en exceso. Conversión en el reactor y conversión global. Ecuación de balance de sistemas con múltiples reacciones químicas. Selectividad y rendimiento.
10 (06 oct – 10 oct)	Balance de masa en sistemas con reacción química: balance elemental. Análisis Orsat, análisis último.
11 (13 oct – 17 oct)	Talleres.
Tercer corte, lunes 20 de octubre, 12 – 1 pm	

12 (20 oct – 24 oct)	Gases y vapores. Equilibrio líquido-vapor, diagrama de fases para una sustancia pura.
13 (27 oct – 31 oct)	Presión de vapor. Ecuación de Antoine. Saturación y humedad.
14 (03 nov – 07 nov)	Saturación adiabática. Temperatura bulbo húmedo y rocío. Procesos psicrométricos.

Nota. Tomado del plan de asignatura de Estequiometría 2025-2, de la Universidad Industrial de Santander.