

Diseño de una estrategia didáctica para potenciar el aprendizaje activo en la asignatura de control
de procesos en Ingeniería Química

Angela María Gómez Capera y Laura Fernanda Molano González

Trabajo de Grado para Optar al Título de Ingeniero Químico

Director

Luz Marina Ballesteros Rueda

PhD. En electroquímica, ciencia y tecnología

Universidad Industrial de Santander

Facultad de Ingenierías Fisicoquímicas

Escuela de Ingeniería Química

Ingeniería Química

Bucaramanga

2024

Dedicatoria

A Dios, por guiar cada uno de mis pasos y por brindarme la oportunidad de disfrutar de cada instante en esta maravillosa etapa de mi vida.

A mi madre querida, Diva Capera, una mujer luchadora y valiente, cuyo amor incondicional, dedicación y sacrificio han sido fundamentales para formar la persona que soy hoy. Agradezco su inquebrantable apoyo, sus palabras de aliento y el ejemplo de perseverancia que siempre me ha dado. Muchos de mis logros son el reflejo de su esfuerzo, así como de la educación y los valores que, con profundo amor, me inculcó.

A mi papá, Miguel Gómez, por su apoyo constante en mi crecimiento profesional y por enseñarme el valor de la honestidad. Su ejemplo ha sido fundamental en mi formación.

A mi pareja, por ser un pilar importante en mi vida, por estar siempre a mi lado, brindándome soporte, paz y el aliento necesario para seguir adelante en los momentos difíciles.

A mis mejores amigos, por su apoyo sincero y la forma en que me han animado a crecer. Gracias infinitas por los momentos compartidos, por su confianza y por llenar mi vida de muchas sonrisas y cariño.

A mi compañera y amiga, Laura Molano, por ser parte fundamental de esta etapa en estos últimos años. Gracias por el soporte constante, por las largas horas compartidas entre retos y risas, y por caminar a mi lado en este proceso hasta convertirnos en ingenieras.

A mí, por mi resiliencia, dedicación y esfuerzo constante que me han llevado a alcanzar mis sueños y metas.

Angela María Gómez Capera

Dedicatoria

En primer lugar, a mi madre, Nancy González, quien, con su amor incondicional, dedicación y apoyo, ha sido mi mayor fuente de fortaleza desde que decidí estudiar Ingeniería Química lejos de casa. Gracias, mamá, por acompañarme en la distancia, por estar siempre para escucharme y recordarme que con paciencia y perseverancia se alcanzan las metas y sueños. Gracias por creer en mí, eres mi mayor inspiración.

A mi padre, Julio Molano, por ser un apoyo constante, por su esfuerzo, *sacrificio y respaldo* en esta etapa de mi vida.

A mis amigos de toda la vida, quienes, a pesar de la distancia, nunca dejaron de estar presentes. Gracias por sus palabras de ánimo, por hacerme reír cuando más lo necesitaba y por ser un apoyo invaluable a lo largo de este proceso.

A mi amiga y compañera Ángela Gómez, con quien compartí los últimos años de esta etapa. Gracias por tu alegría, perseverancia y por ser mi compañera en este último paso hacia nuestra meta de convertirnos en ingenieras.

A mí, por la dedicación, perseverancia y valentía. Por no darme por vencida, a pesar de las adversidades y demostrarme que puedo superar cualquier obstáculo. Por cada esfuerzo, por cada día difícil que superé, y por cada pequeño triunfo que me permitió llegar hasta aquí. Estoy muy orgullosa de mí y celebro haber llegado hasta este momento, porque sé que todo el esfuerzo ha valido la pena.

Laura Fernanda Molano González

Agradecimientos

A Dios, por guiarnos y darnos la fortaleza para culminar este proyecto.

A nuestros padres, por su amor incondicional, su respaldo constante y por inculcarnos el significado del trabajo arduo y la entrega. Gracias por confiar en nosotros y ser el soporte esencial en cada etapa de este proceso.

A la profesora Luz Marina Ballesteros por su dedicación, constante acompañamiento, apoyo y amabilidad en el desarrollo de este trabajo.

Al personal técnico del Laboratorio, especialmente al Ingeniero Guillermo de la Escuela de Ingeniería Química por su valiosa colaboración en la ejecución de toda la parte experimental.

A la Universidad Industrial de Santander y a la Escuela de Ingeniería Química por brindarnos el espacio y las herramientas para nuestra formación. Extendemos nuestro agradecimiento a todos los profesores que, con dedicación y esmero, compartieron su tiempo y conocimientos, contribuyendo a nuestra formación personal y profesional.

Tabla de Contenido

	Pág.
Introducción	16
1. Objetivos	18
1.1 Objetivo General	18
1.2 Objetivos Específicos	18
2. Marco conceptual	19
2.1 Objeto Virtual de Aprendizaje	19
2.2 Aprendizaje activo	19
2.3 Modelo pedagógico	19
2.4 Estrategia de Gamificación	19
2.5 Arduino	20
2.6 Control de procesos químicos	20
2.7 Clasificación de los sistemas de control	20
2.7.1 Lazo abierto	20
2.7.2 Lazo cerrado	21
2.8 Estrategias de control	21
3. Estado del Arte	22
4. Metodología	24
4.1 Preliminares	25
4.1.1 Análisis de la necesidad educativa	25
4.2 Etapa 1. Puesta a punto de los prototipos	25

4.2.1 Reconocimiento de los equipos y estudio de los manuales	25
4.2.2 Ajuste de los equipos y de sus condiciones de operación.....	26
4.2.3 Complementar y actualizar los manuales	26
4.2.4 Planteamiento, desarrollo y validación de prácticas	26
4.3 Etapa 2. Diseño del recurso digital	26
4.3.1 Elección del software para la realización del OVA.....	27
4.3.2 Formulación y estructuración del contenido de la herramienta	27
4.3.3 Creación de apoyo audiovisual	27
4.3.4 Programación de la herramienta	28
4.4 Etapa 3. Evaluación de la estrategia didáctica	28
4.4.1 Prueba y valoración del OVA por parte de los estudiantes	28
4.4.2 Valoración de la funcionalidad de los prototipos por parte de los estudiantes	28
5. Resultados	29
5.1 Preliminares	29
5.1.1 Análisis de la necesidad educativa.....	29
5.2 Etapa 1. Puesta a punto de los prototipos	31
5.2.1 Reconocimiento de los equipos y estudio de los manuales	31
5.2.2 Ajuste de los equipos y de sus condiciones de operación.....	34
5.2.3 Complementar y actualizar los manuales	36
5.2.4 Planteamiento, desarrollo y validación de prácticas	37
5.3 Etapa 2. Diseño del recurso digital	38
5.3.1 Elección del software para la realización del OVA.....	38

5.3.2 Formulación y estructuración del contenido de la herramienta	39
5.3.3 Creación de apoyo audiovisual	40
5.3.4 Programación de la herramienta	41
5.4 Etapa 3. Implementación de la estrategia didáctica	45
5.4.1 Prueba y valoración del OVA por parte de los estudiantes	45
5.4.2 Valoración de la funcionalidad de los prototipos por parte de los estudiantes	48
5. Conclusiones	50
Referencias Bibliográficas	51
Apéndices.....	55

Lista de Tablas

	Pág.
Tabla 1 <i>Diagnóstico de las piezas prototipo de nivel</i>	32
Tabla 2 <i>Diagnóstico de las piezas prototipo de humedad</i>	33
Tabla 3 <i>Condiciones de operación actualizadas para cada uno de los prototipos</i>	36

Lista de Figuras

	Pág.
Figura 1 <i>Esquema metodológico</i>	24
Figura 2 <i>Percepción de los estudiantes acerca de la importancia de incorporar clases prácticas en la actividad académica de Control de Procesos Químicos</i>	29
Figura 3 <i>Percepción de los estudiantes acerca de la importancia de incorporar clases prácticas en la actividad académica de Control de Procesos Químicos</i>	30
Figura 4 <i>Percepción de los estudiantes sobre la frecuencia de uso de herramienta virtual de aprendizaje en horas de estudio independiente</i>	31
Figura 5 <i>Imagen del prototipo de control de humedad</i>	33
Figura 6 <i>Imagen del prototipo de control de nivel mediante un sensor diferencial de presión modificado</i>	34
Figura 7 <i>Imagen del Prototipo de control de humedad modificado</i>	35
Figura 8 <i>Imagen del panel de creación Genial.ly</i>	39
Figura 9 <i>Imagen de la página de inicio del OVA en la herramienta Genial.ly</i>	41
Figura 10 <i>Imagen del panel de misiones del OVA</i>	42
Figura 11 <i>Imagen del mapa de subniveles de la misión del OVA “Guardianes del Control Químico: Las Crónicas del Proceso”</i>	43
Figura 12 <i>Ejemplo de retroalimentación dada a los estudiantes al momento de seleccionar una respuesta a uno de los ejercicios presentados en el OVA “Guardianes del Control Químico: Las Crónicas del Proceso”</i>	44

Figura 13 <i>Imagen de la estación solar para recolectar datos del OVA “Guardianes del Control Químico: Las Crónicas del Proceso”</i>	45
---	----

Lista de Apéndices**pág.**

Apéndice A. Encuesta de determinación de la importancia de implementar una estrategia didáctica en la asignatura: Control de Procesos Químicos (Preguntas)	55
Apéndice B. Encuesta de satisfacción OVA - Control procesos (Respuestas).....	58
Apéndice C. Encuesta de satisfacción sobre la funcionalidad de los prototipos y software	67
Apéndice D. Manuales prototipos de Laboratorio de Control Procesos.....	69
Apéndice E. Prácticas planteadas para los prototipos de Laboratorio de Control Procesos.....	70

Resumen

Título: Diseño de una estrategia didáctica para potenciar el aprendizaje activo en la asignatura de control de procesos en ingeniería química *

Autores: Angela María Gómez Capera, Laura Fernanda Molano González **

Palabras Clave: OVA, Recurso virtual, Aprendizaje activo, Control de Procesos, Estrategia Didáctica.

Descripción: Este trabajo de grado en modalidad práctica en docencia se enfocó en mejorar el aprendizaje activo de Control de Procesos de Ingeniería Química, mediante el desarrollo de un Objeto Virtual de Aprendizaje (OVA) y la adecuación de prototipos para prácticas experimentales. El OVA fue desarrollado utilizando Tecnologías de la Información y la Comunicación (TICs), a través del software Genial.ly. Se recopiló la información necesaria para la elaboración del material audiovisual que facilita la comprensión de conceptos teóricos en un entorno interactivo. Además, se ajustaron y pusieron en funcionamiento los prototipos experimentales realizados por estudiantes en semestres previos, reestructurando y complementando los manuales existentes.

Para evaluar la efectividad de la estrategia didáctica se realizó una prueba piloto donde los estudiantes utilizaron el OVA y los prototipos. Posteriormente calificaron su experiencia mediante dos encuestas de satisfacción respectivamente. Los resultados de la primera encuesta revelaron

* Trabajo de Grado

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

una amplia aceptación de la herramienta virtual con un 57.1% de los estudiantes calificando el recurso como excelente y el 38.6% como bueno. Por otro lado, en la segunda encuesta, los dieciséis estudiantes que se encargaron de validar la experiencia en el laboratorio destacaron la utilidad de los prototipos por su facilidad manejo y funcionalidad. Esto confirmó que la integración de recursos tecnológicos con las prácticas es eficaz para mejorar la experiencia educativa y fomentar el aprendizaje activo

Abstract

Title: Design of a Didactic Strategy to Enhance Active Learning in the Process Control Course for Chemical Engineering*

Authors: Angela María Gómez Capera, Laura Fernanda Molano González**

Key Words: OVA, Virtual Resource, Active Learning, Process Control, Didactic Strategy.

Description: This teaching-oriented thesis focused on improving active learning in Process Control for Chemical Engineering through the development of a Virtual Learning Object (OVA) and the adaptation of prototypes for experimental practices. The OVA was developed using Information and Communication Technologies (ICTs) through the Genial.ly software. Necessary information was gathered to create audiovisual material that facilitates the understanding of theoretical concepts in an interactive environment. Additionally, experimental prototypes built by students from previous semesters were adjusted and reactivated, while existing manuals were restructured and supplemented.

To evaluate the effectiveness of the didactic strategy, a pilot test was conducted in which students used the OVA and the prototypes. Subsequently, they rated their experience through two satisfaction surveys, respectively. The results of the first survey revealed a high level of acceptance for the virtual tool, with 57.1% of the students rating the resource as excellent and 38.6% as good.

* Degree Work

** Faculty of Physicochemical. School of Chemical Engineering. Chemical Engineering. Director: Luz Marina Ballesteros Rueda, PhD in Electrochemistry, Science and Technology.

In the second survey, the sixteen students responsible for validating the laboratory experience highlighted the usefulness of the prototypes due to their ease of use and functionality. This confirmed that the integration of technological resources with hands-on practices is effective in improving the educational experience and promoting active learning.

Introducción

El control de procesos químicos es una disciplina esencial en la ingeniería química, encargada de supervisar y mantener controladas las operaciones en plantas industriales. Su objetivo es garantizar la estabilidad, seguridad y eficiencia de los sistemas productivos o de manufactura, abarcando desde el diseño y análisis de sistemas de control hasta la implementación de tecnologías avanzadas para regular variables críticas (Altamirano & Morales 2023). Por su complejidad y relevancia académica y profesional, los estudiantes que cursan esta actividad académica deben contar con conocimientos sólidos previos en ciencias básicas y fundamentos de ingeniería para enfrentar con éxito los desafíos que presenta la actividad académica.

En ese sentido, para fortalecer el aprendizaje en actividades académicas como esta, la Universidad Industrial de Santander ha adoptado un modelo pedagógico que integra las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC), promoviendo el uso de actividades prácticas que complementen la teoría y faciliten el aprendizaje activo (Consejo Académico UIS, 2021). Sin embargo, en el Control de Procesos Químicos, su implementación ha sido limitada por falta de recursos, lo que ha dificultado la implementación de un componente práctico. Esta falta de experiencias experimentales ha hecho más complejo para los estudiantes conectar la teoría con su aplicación en escenarios reales, resaltando así la necesidad de innovar en las metodologías de enseñanza.

Por eso, para enfrentar esta limitación, se diseñó una estrategia didáctica enfocada en potenciar el aprendizaje activo en la actividad académica de Control de Procesos Químicos de la Escuela de Ingeniería Química que integra la creación de un Objeto Virtual de Aprendizaje (OVA)

con prácticas experimentales basadas en los prototipos existentes. Además, la incorporación de estos equipos facilitó la mejora de los manuales guía, optimizando su uso y maximizando las experiencias en un contexto de control más vivencial. De este modo, no solo se complementan los contenidos teóricos, sino también se fomenta la interactividad, la autoevaluación y la participación de los estudiantes propiciando un entorno de aprendizaje más activo y enfocado a la experimentación.

A lo largo del documento, se detallan fundamentos clave, etapas de desarrollo de esta estrategia y se presentan los resultados obtenidos tras su evaluación, los cuales demuestran un impacto positivo en el proceso de aprendizaje de los estudiantes.

1. Objetivos

1.1 Objetivo General

Diseñar una estrategia didáctica para potenciar el aprendizaje activo en la actividad académica de control de procesos en ingeniería química.

1.2 Objetivos Específicos

1.2.1 Acoplar los prototipos existentes para generar un material didáctico para que el estudiante apropie conceptos a partir de la experimentación.

1.2.2 Desarrollar un OVA enfocado en conceptos de control de procesos que incentive el aprendizaje activo en los estudiantes de ingeniería química.

1.2.3 Evaluar la utilidad de la estrategia didáctica en un curso de control de procesos.

2. Marco conceptual

2.1 Objeto Virtual de Aprendizaje

Es un recurso educativo digital diseñado para facilitar el aprendizaje. Pueden utilizarlo estudiantes y profesores en cualquier momento. Pueden contener diversos elementos, como imágenes, audio, video, animaciones, simulaciones y ejercicios interactivos (Villamizar et al., 2020).

2.2 Aprendizaje activo

Es un enfoque centrado en el estudiante para la construcción de conocimientos, donde se fomenta la participación directa en el proceso educativo a través de actividades dinámicas. Este método está enfocado en estrategias que promueven el pensamiento crítico, como el análisis, la síntesis y la evaluación, permitiendo a los estudiantes aplicar conceptos teóricos en situaciones prácticas (Doolittle et al., 2023).

2.3 Modelo pedagógico

Un modelo pedagógico es un sistema de premisas teóricas que organizan un enfoque educativo e incorporan la tecnología a la práctica docente, para mejorar el desempeño de los docentes y los resultados de aprendizaje de los estudiantes. Este marco teórico establece las directrices que guían la enseñanza, integrando innovaciones tecnológicas para optimizar el proceso educativo (Machado et al., 2022).

2.4 Estrategia de Gamificación

Es la utilización de elementos de juego en entornos no lúdicos, a menudo con efectos positivos y potencial para resolver problemas en la educación. En este contexto, se emplea para

mejorar la motivación de los estudiantes, hacer el aprendizaje más interactivo y fomentar la participación activa (Zeybek & Saygi, 2024).

2.5 Arduino

Es una plataforma abierta que permite desarrollar prototipos electrónicos mediante el uso de hardware y software libre. A través de sus pines de entrada, Arduino puede recibir datos de diversos sensores y, a su vez, controlar elementos como luces, motores y otros actuadores (Cabrera, 2015).

2.6 Control de procesos químicos

Es un enfoque dinámico y automático que mejora la calidad de los productos y la eficiencia del proceso, minimizando el riesgo de errores humanos mediante dispositivos interconectados diseñados para monitorear y gestionar automáticamente el funcionamiento de sistemas industriales (Medrano, 2017; Pérez et al., 2008).

2.7 Clasificación de los sistemas de control

Los sistemas de control se clasifican de la siguiente manera (Pérez et al., 2008).

2.7.1 Lazo abierto

Es un sistema en el cual la salida no se mide ni se retroalimenta para compararla con la entrada de referencia. En estos sistemas, la salida no afecta la señal de control. Esto significa que no hay ajuste continuo basado en el resultado real del proceso; en cambio, se establece una condición de operación fija para cada entrada de referencia. La precisión del sistema depende de la calibración, que define la relación entre la entrada y la salida para asegurar la exactitud requerida.

2.7.2 Lazo cerrado

En un sistema de control de lazo cerrado, la salida del proceso se retroalimenta constantemente comparándola con un valor de referencia deseado (set point). Esta retroalimentación detecta cualquier diferencia entre la salida actual y el punto de ajuste deseado. La señal de error resultante, que representa esta discrepancia, se utiliza para ajustar la entrada del sistema mediante una acción de control proporcional, que actúa directamente sobre el sistema para reducir el error y acercar la salida al valor deseado.

2.8 Estrategias de control

2.8.1 Feedback

Es un sistema donde la salida se mide y se devuelve a un controlador para ajustar su comportamiento, minimizando la diferencia con el valor deseado. Debe cumplir con cuatro requisitos: medición precisa, comparación con una referencia, cálculo del error y ajuste basado en ese error (Franklin et al., 2010; Ogata, 2010).

2.8.2 Feedforward

Es una técnica simple para manejar perturbaciones medibles. Consiste en medir la perturbación y ajustarla mediante un compensador que toma en cuenta las relaciones temporales y de comportamiento entre la perturbación y la salida del proceso. La señal ajustada se resta de la retroalimentación, eliminando así el efecto de la perturbación, de modo que el controlador no necesita corregirla (Guzmán y Hägglund, 2024).

2.8.3 Cascada

El control en cascada es un método que utiliza dos o más lazos de control interconectados de manera jerárquica. En este sistema, el valor de deseado del controlador secundario (o de

servicio) se ajusta automáticamente mediante la salida del controlador primario (o patrón), es decir, el lazo primario establece la referencia principal, y el lazo secundario responde de manera rápida y precisa para mantener la variable controlada en su punto óptimo (Coulson et al., 1983).

3. Estado del Arte

En la actualidad, los avances científicos a nivel nacional han demostrado la necesidad de implementar recursos didácticos innovadores en el aula. Además de la enseñanza verbal convencional, se ha comprobado que la utilización de herramientas TIC (Tecnologías de la Información y Comunicación) es especialmente efectiva para fortalecer los entornos de aprendizaje, haciéndolos más dinámicos e interactivos, potenciando el proceso de enseñanza y aprendizaje (Cuevas y Cruz, 2016). Sin embargo, estas herramientas necesitan complementarse con recursos prácticos que permitan el desarrollo de habilidades de pensamiento crítico, como la capacidad de hacer conexiones entre teoría y práctica, identificar errores y proponer soluciones.

Osorio y Silva (2021) para la asignatura de Laboratorio De Procesos II, desarrollaron una herramienta pedagógica mediante el uso de las TICs para mejorar el reconocimiento de la práctica de Destilación de torre empacada utilizando el software Genial.ly de creación de contenido interactivo. Se recopiló información relevante sobre el equipo y la operación unitaria asociada, con el objetivo de mejorar y complementar el manual existente. Además, del diseño del material audiovisual para facilitar la comprensión del procedimiento y la operación del equipo. La evaluación de esta herramienta pedagógica se llevó a cabo mediante una prueba piloto, calificada por parte de un panel de 90 estudiantes del curso a través de una encuesta donde los resultados

demonstraron que el 73.3% de los estudiantes aceptó la reestructuración del manual y el 97.8% estuvo satisfecho con el diseño del OVA, ya que hacía esta nueva forma de reconocimiento más interactiva e ilustrativa.

Alvarado y Rodríguez (2021) diseñaron e implementaron un OVA para mejorar la comprensión de la práctica de Secador de Bandejas de la asignatura de Laboratorio de Procesos II. Esta herramienta se desarrolló en Adobe e integró diversas fuentes de información que incluían conceptos generales, descripción del equipo, bancos de preguntas, videos e imágenes explicativas que favorecían al reconocimiento previo de la práctica. Además, modificaron el manual de la práctica existente utilizando la herramienta de diseño gráfico Canva, lo cual resultó en un documento más accesible para los estudiantes. Este material pedagógico se puso a prueba y fue evaluado por 95 estudiantes que estaban cursando la asignatura a través de una encuesta donde los resultados mostraron que el 91,6% de los alumnos encontró útil el nuevo manual elaborado y el 97,9% consideró que el OVA era adecuado y fácil de navegar.

Salavarieta (2017) desarrolló e implementó un OVA denominado “Solucionamos nuestros conflictos” con el objetivo de fortalecer las competencias ciudadanas de un grupo objetivo de 33 estudiantes de quinto grado del colegio Vista Bella I.E.D. para la resolución de conflictos en el aula. El diseño y la diagramación del recurso digital fue desarrollado en lenguaje HTML5 y Responsive Web Design basándose estrictamente en los “Estándares de competencias ciudadanas” del Ministerio de Educación Nacional. La evaluación de implementación del OVA se hizo por medio de entrevistas y observación directa de los grupos focales durante el proceso de aprendizaje al momento de usar la herramienta digital. Los resultados obtenidos demostraron que la mayoría de estudiantes del grupo evaluado alcanzó los niveles de rendimiento esperados y se observó un

progreso en su comportamiento por parte de los directivos. Esto sugiere que la utilización de recursos digitales en la formación es altamente adecuada, ya que fomenta el desarrollo de habilidades de pensamiento, comunicación asertiva, entre otros aspectos.

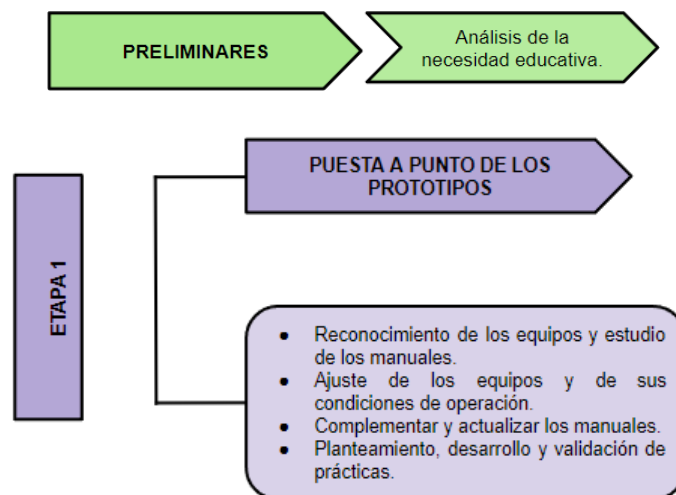
Por lo tanto, el objetivo de este proyecto es diseñar una estrategia didáctica para potenciar el aprendizaje activo en la actividad académica de control de procesos en ingeniería química, mejorando la formación de los estudiantes al proporcionarles recursos diseñados específicamente para su proceso de aprendizaje.

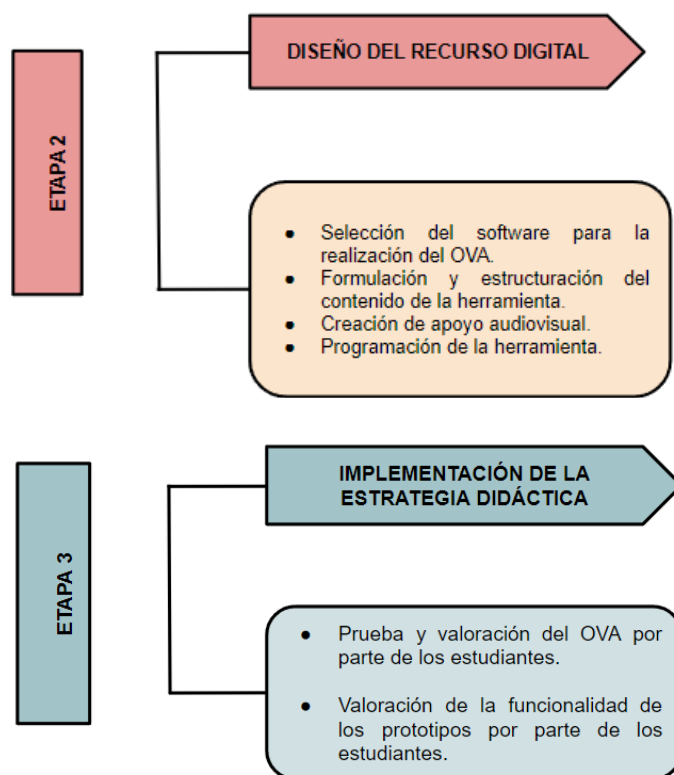
4. Metodología

Con el fin de dar cumplimiento a los objetivos estipulados, se plantearon las etapas mostradas en la Figura 1, donde se establecen aspectos claves para el desarrollo del proyecto.

Figura 1

Esquema metodológico





4.1 Preliminares

4.1.1 Análisis de la necesidad educativa

Con el propósito de demostrar la necesidad de incluir clases experimentales apoyadas en un objeto virtual de aprendizaje (OVA) en el curso de Control de Procesos Químicos, se realizó una encuesta preliminar (Apéndice A) a 89 estudiantes donde se formularon una serie de preguntas generales para todos los que estaban cursando la materia de Control de procesos, así como cuestionamientos específicos dirigidos exclusivamente a aquellos que ya la habían cursado al menos una vez.

4.2 Etapa 1. Puesta a punto de los prototipos

4.2.1 Reconocimiento de los equipos y estudio de los manuales

Se realizó un reconocimiento detallado de los prototipos existentes en el laboratorio de

Control de Procesos Químicos de la Escuela de Ingeniería Química, utilizando los manuales disponibles como referencia técnica. El objetivo fue conocer el estado, la integridad de los componentes físicos y electrónicos, y los aspectos generales de cada equipo.

4.2.2 Ajuste de los equipos y de sus condiciones de operación

Se llevaron a cabo una serie de pruebas preliminares para ajustar y establecer las condiciones iniciales de operación de los prototipos, teniendo en cuenta las condiciones iniciales propuestas en los manuales de funcionamiento disponibles.

4.2.3 Complementar y actualizar los manuales

Para la actualización de los manuales de operación de los equipos, se tomaron como base las guías existentes en el laboratorio. Se incorporaron las modificaciones procedimentales, nuevas configuraciones de cada equipo y se realizó una reestructuración completa. Se complementaron las guías con definiciones técnicas, gráficos, diagramas de conexión, y normas de seguridad, así como otros ajustes considerados relevantes para mejorar la claridad y el uso correcto de los equipos. Adicionalmente, se integraron los cambios hechos en el software, incluyendo el nuevo procedimiento para la toma y recopilación de datos.

4.2.4 Planteamiento, desarrollo y validación de prácticas

Se desarrollaron una serie de prácticas por cada equipo para fomentar el aprendizaje activo, promoviendo que los estudiantes apliquen los conceptos teóricos adquiridos durante el curso en un entorno de aprendizaje contextualizado. Por último, se hizo una validación de las prácticas propuestas con un grupo de estudiantes para verificar su viabilidad y reproducibilidad.

4.3 Etapa 2. Diseño del recurso digital

4.3.1 Elección del software para la realización del OVA

La selección del software se llevó a cabo evaluando varias plataformas con base en criterios esenciales como la accesibilidad para los estudiantes y la capacidad de alojar una amplia variedad de recursos didácticos, incluyendo videos, audios, animaciones y documentos. Además, se consideró la posibilidad de realizar modificaciones continuas de manera independiente, lo que permitiría ajustar y mejorar el recurso de forma dinámica, sin interrumpir su funcionamiento. Las opciones contempladas fueron H5P, Articulate 360 y Genial.ly.

4.3.2 Formulación y estructuración del contenido de la herramienta

Se estructuro el contenido educativo en tres niveles de dificultad progresiva. Cada nivel tiene un propósito específico y busca reforzar el aprendizaje de manera interactiva:

4.3.2.1 Primer nivel: En esta etapa introductoria, se presentaron los conceptos teóricos básicos relacionados con el control de procesos.

4.3.2.2 Segundo nivel: En esta sección, se amplió el contenido para incluir temas más complejos durante la programación del desarrollo de la actividad académica, con el objetivo de reforzar los conocimientos previos y profundizar en la aplicación de esos conceptos del control de procesos.

4.3.2.3 Tercer nivel: En la meta final, se proporcionó a los estudiantes las herramientas necesarias para aplicar dichos conocimientos en un entorno práctico, con acceso completo a material detallado y recursos visuales.

4.3.3 Creación de apoyo audiovisual

Para enriquecer la experiencia del OVA, se desarrollaron diversos elementos audiovisuales que refuercen el aprendizaje activo. Entre estos se incluyeron imágenes, videos

explicativos, gráficos que representan los procesos, y animaciones interactivas que permitan a los estudiantes visualizar conceptos abstractos de manera dinámica.

4.3.4 Programación de la herramienta

El OVA se programó con un enfoque de gamificación, integrando todos los elementos recopilados y creados, como la información bibliográfica, las animaciones y los recursos audiovisuales, en consonancia lo planteado en la formulación y estructuración del contenido. Asimismo, se incluyeron documentos en formato PDF que complementan el material didáctico, proporcionando a los estudiantes acceso a manuales y guías para que el ambiente virtual de aprendizaje sea fluido, intuitivo y eficaz.

4.4 Etapa 3. Evaluación de la estrategia didáctica

4.4.1 Prueba y valoración del OVA por parte de los estudiantes

Se realizó una prueba preliminar con los estudiantes que cursaron y cursan actualmente la asignatura, con el objetivo de detectar errores en aspectos gramaticales, imágenes y animaciones. Además, se aplicó una encuesta de satisfacción para conocer la percepción de la herramienta y su utilidad como recurso de aprendizaje y apropiación de conceptos.

4.4.2 Valoración de la funcionalidad de los prototipos por parte de los estudiantes

La valoración de los prototipos se llevó a cabo mediante en una sesión de laboratorio con estudiantes, quienes realizaron las prácticas con los equipos y el software asociado. Al finalizar, se les aplicó una encuesta para conocer su percepción sobre la experiencia, la facilidad de uso del software y la funcionalidad de los equipos.

5. Resultados

5.1 Preliminares

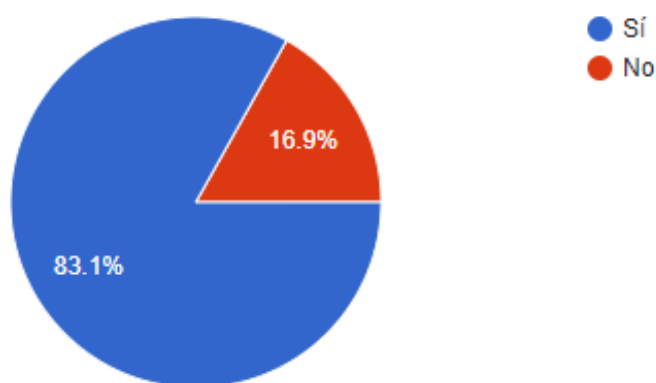
5.1.1 *Análisis de la necesidad educativa*

Con la aplicación de la encuesta se buscaba identificar la necesidad de establecer un laboratorio de control de procesos y determinar las principales dificultades que enfrentaban los estudiantes al comprender y aplicar los conceptos teóricos de la asignatura. Asimismo, esto permitió evaluar la conveniencia de implementar un recurso virtual de aprendizaje que sirva como herramienta de apoyo para el proceso de estudio y apropiación de conceptos.

Con base en los datos obtenidos sobre la percepción de los estudiantes, los resultados mostraron (ver Figura 2) que el 83.1% de los estudiantes encuestados consideran que la parte experimental es fundamental para afianzar los conocimientos adquiridos en el aula.

Figura 2

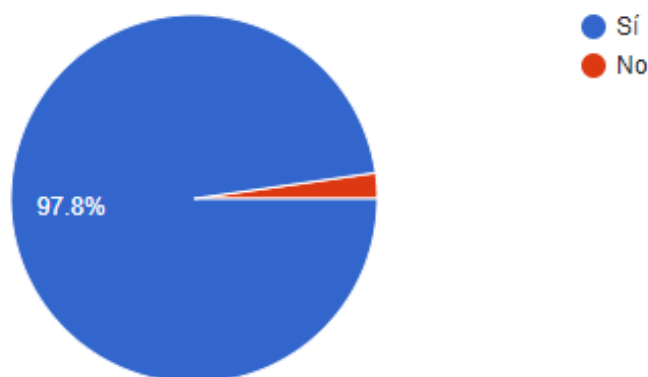
Percepción de los estudiantes acerca de la importancia de incorporar clases prácticas en la actividad académica de Control de Procesos Químicos



De manera más específica, como se puede observar en la Figura 3, el 97.8% de los estudiantes encuestados destacaron la importancia de incorporar clases prácticas en la actividad académica de Control de Procesos Químicos. Además, en las respuestas abiertas, los estudiantes argumentaron que la comprensión de la asignatura es difícil si se aborda solo desde la teoría, y que ver aplicados los conceptos de forma práctica les ayudaría a entender mejor y reconocer la relevancia de cada uno. (Ver Anexo A).

Figura 3

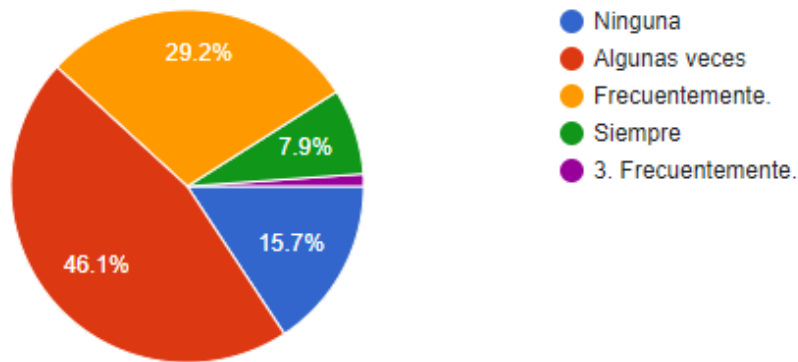
Percepción de los estudiantes acerca de la importancia de incorporar clases prácticas en la actividad académica de Control de Procesos Químicos



Además de las clases prácticas, los Objetos Virtuales de Aprendizaje (OVAs) han surgido como una herramienta clave para complementar el aprendizaje activo. En la Figura 4, se observa que, aunque un 46.1% de los estudiantes usa estas herramientas "algunas veces" y un 29.2% lo hace con mayor frecuencia, hay una oportunidad significativa para aumentar su uso, ya que un 15.7% de los encuestados no recurre a ellas en absoluto.

Figura 4

Percepción de los estudiantes sobre la frecuencia de uso de herramienta virtual de aprendizaje en horas de estudio independiente



El hecho que un porcentaje considerable de estudiantes no aproveche esta herramienta o lo haga solo ocasionalmente, indica que se debe fortalecer su implementación.

5.2 Etapa 1. Puesta a punto de los prototipos

5.2.1 Reconocimiento de los equipos y estudio de los manuales

Para comenzar, se identificaron cinco prototipos en el laboratorio, desarrollados por estudiantes en el semestre de 2016-2, cuyos manuales fueron actualizados por estudiantes en el 2023-2. En un primer análisis visual, se observó que tres de los equipos estaban en muy malas condiciones estructurales y carecían de varias piezas electrónicas, cuya reposición resultaba inviable debido a las limitaciones presupuestarias. Además, los manuales existentes se encontraban incompletos.

Por otra parte, los dos prototipos restantes estaban en mejores condiciones y las adecuaciones necesarias eran factibles, por lo que se procedió a realizar un reconocimiento detallado de cada uno, siguiendo los procedimientos de operación establecidos en los manuales

disponibles. Este análisis reveló que ambos funcionaban gracias a la tecnología del software Arduino, junto con algunos sensores y otras piezas electrónicas. En cuanto a los manuales de estos prototipos, se encontró que contenían información más completa.

El equipo de control de nivel con sensor de presión diferencial que regula el nivel de agua en un tanque para evitar su desbordamiento presentaba el siguiente diagnóstico de piezas (ver Tabla 1).

Tabla 1

Diagnóstico de las piezas prototipo de nivel

Pieza	Estado
Tanque de control	En mal estado, contenía moho y la base era inestable.
Sensor MPX 1ODP	Los conectores del sensor estaban doblados
Válvula manual	Buen estado
Tanque de bombeo y recolección de agua	Sucio y con agujeros
Bomba eléctrica	Buen estado
Tarjeta Arduino UNO	Buen estado
Relé	Buen estado
Buzzer	No se encontró este material
Cables	Faltaban 4 cables macho-hembra

Por otro lado, el equipo de control de humedad (ver Figura 5) que es el encargado de mantener controlada la humedad en una bodega de alimentos solamente requirió el cambio de tres de los cables de conexión macho-hembra para la conexión del sensor a la tarjeta Arduino (ver

Tabla 2). Esta bodega resulta en un entorno de aprendizaje contextualizado que replica las condiciones reales de una bodega de almacenamiento de alimentos, permitiendo a los estudiantes practicar y experimentar en un ambiente controlado que emula el entorno industrial de almacenamiento de alimentos.

Figura 5

Imagen del prototipo de control de humedad

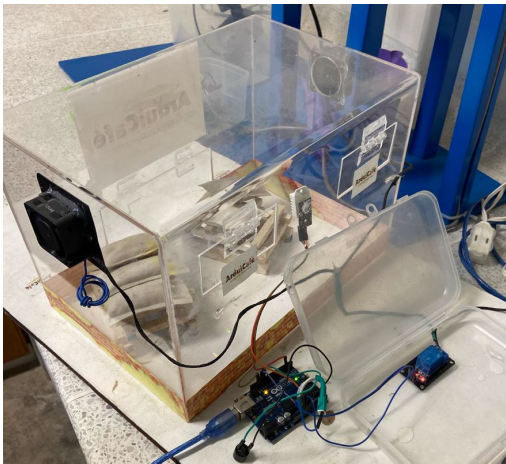


Tabla 2

Diagnóstico de las piezas prototipo de humedad

Pieza	Estado
Ventiladores	Buen estado
Sensor DHT22	Buen estado
Tarjeta Arduino UNO	Buen estado
Relé	Buen estado
Buzzer	Buen estado
Cables	Faltaban 3 cables macho-hembra

Adicionalmente, se detectaron algunas deficiencias en los manuales, ya que no incluía un

diagrama de conexiones, ni el procedimiento para poner en funcionamiento el equipo. La información era muy general y carecía de condiciones y recomendaciones de seguridad específicas, lo que limitó la experiencia con los equipos e hizo necesario solicitar orientación técnica del personal del laboratorio y del docente.

Con base en esto, se identificaron los ajustes y modificaciones necesarias para mejorar el funcionamiento de los prototipos, resaltando la importancia de complementar y actualizar los manuales.

5.2.2 Ajuste de los equipos y de sus condiciones de operación

El procedimiento de ajuste de los equipos se dio a partir del diagnóstico de piezas. En el caso del prototipo de control de nivel mediante sensor diferencial de presión, se reemplazaron los elementos en mal estado y se añadieron los faltantes. Además, se realizaron modificaciones estructurales, permitiendo una mejor distribución de los componentes, reduciendo la complejidad en la operación y mejorando su manipulación y apariencia física (ver Figura 6).

Figura 6

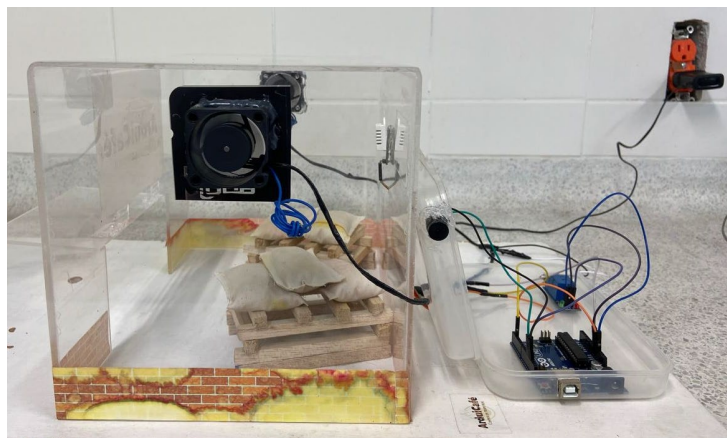
Imagen del prototipo de control de nivel mediante un sensor diferencial de presión modificado



En cuanto al prototipo de humedad, se hizo una extensión a los cables de conexión que unen el sensor con la tarjeta Arduino, con el fin de mejorar la manipulación del sistema y evitar que se desconecten accidentalmente durante la operación. Estéticamente, no se realizaron cambios en el diseño inicial del equipo, únicamente se llevó a cabo una limpieza de toda la estructura (ver Figura 7).

Figura 7

Imagen del Prototipo de control de humedad modificado



Por otro lado, para las condiciones de operación, se ejecutó el código de Arduino en cada prototipo y se realizaron pruebas. Para el equipo de nivel con sensor de presión, se verificó el caudal y se monitorearon los niveles de agua, mientras que en el otro prototipo se midieron los parámetros de humedad y temperatura. El objetivo fue ajustar los rangos de operación, tanto de los porcentajes de humedad de la bodega como de los niveles máximos y mínimos del tanque, como se muestra en la Tabla 3.

Tabla 3*Condiciones de operación actualizadas para cada uno de los prototipos*

Prototipo	Rangos de tolerancia	
	Mínimo	Máximo
Control de humedad en una bodega de alimentos	80%	95%
Control de nivel mediante un sensor diferencial de presión	7 cm	30 cm

Esto se realizó con el fin de que la alarma de los sistemas se activara cuando los parámetros superaran los límites establecidos, indicando que el sistema estaba saliéndose de control, siendo esto típico en los procesos industriales. Además, se realizó un cambio en la plataforma de transmisión y recopilación de datos, migrando de PLX-DAQ al complemento COM de Excel, lo que permitió un mejor manejo de la información y mayor facilidad en el análisis de los datos registrados.

5.2.3 Complementar y actualizar los manuales

5.2.3.1 Manual Control de nivel mediante un sensor diferencial de presión: Las modificaciones y mejoras realizadas al manual de este prototipo estuvieron orientadas a ofrecer una guía más completa y funcional. En primer lugar, se incluyó un resumen para proporcionar una visión general. Se amplió la introducción y se establecieron claramente los objetivos del equipo y su operación. Además, se agregó un marco teórico para fundamentar los principios de funcionamiento y facilitar la comprensión por parte de los usuarios. También se elaboró una ficha técnica del equipo que resume sus especificaciones y características.

La metodología fue reescrita y reestructurada, incorporando un diagrama de flujo de tuberías e instrumentación (P&ID), así como una descripción detallada del funcionamiento del software Arduino y los complementos para la toma de datos. Por otro lado, se incluyó una sección con recomendaciones específicas que deben tenerse en cuenta para garantizar la correcta y segura operación del prototipo. Finalmente, se anexó el código de programación de Arduino.

El manual actualizado se presenta en el Apéndice D, reflejando todas las mejoras implementadas.

5.2.3.2 Manual de control de humedad. Este manual se modificó incluyendo los mismos elementos que el del prototipo de nivel. Además, se adicionó toda la metodología, ya que la versión anterior no la contenía (ver Apéndice D).

5.2.4 Planteamiento, desarrollo y validación de prácticas

5.2.4.1 Planteamiento y desarrollo de las prácticas. Después de completar los ajustes operativos, se inició la puesta en marcha de los sistemas de control. Las prácticas se diseñaron tomando en cuenta el funcionamiento específico de cada prototipo. En su desarrollo, se incluyeron criterios esenciales como la realización de pruebas experimentales, el análisis de datos y la aplicación de conceptos fundamentales.

5.2.4.1.1 Control de Humedad. Se propusieron dos prácticas (ver apéndice E) que incluyen el análisis de la respuesta del sistema ante perturbaciones que afecten la humedad relativa, evaluando su capacidad para mantener condiciones óptimas de acuerdo con las características ambientales y los productos almacenados. Además, se buscó que los estudiantes apliquen los conceptos teóricos vistos al sistema de control, desarrollando lazos de control, construyendo el

diagrama de bloques y obteniendo las funciones de transferencia, basándose en el análisis de los datos experimentales obtenidos durante las pruebas tipo escalón.

5.2.4.1.2 Control de Nivel. Para este prototipo, las dos prácticas (ver Apéndice E) se enfocaron en comprender la relación entre la presión diferencial medida y el nivel del fluido en el tanque, evaluando cómo la perturbación generada por la variación en el ángulo de apertura de las válvulas afecta al sistema. Al igual que en las prácticas de control de humedad, se hizo énfasis en aplicar los conceptos teóricos durante el análisis de los datos obtenidos.

5.2.4.2 Validación de las prácticas.

La validación se realizó con un grupo de dieciséis estudiantes del semestre 2023-2, quienes ejecutaron varias veces las pruebas de cada práctica en el entorno de aprendizaje contextualizado con el fin de verificar su viabilidad y reproducibilidad. Se comprobó la consistencia de los resultados y la precisión de las mediciones obtenidas.

5.3 Etapa 2. Diseño del recurso digital

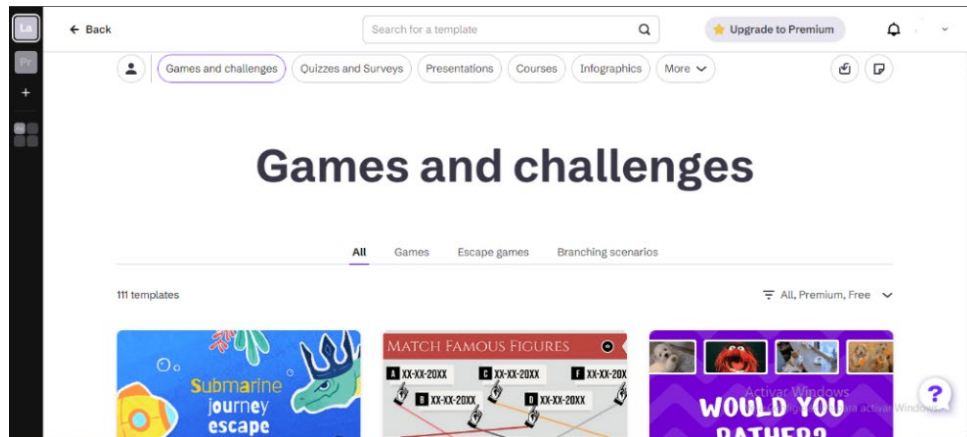
5.3.1 Elección del software para la realización del OVA

Después de evaluar las plataformas contempladas, se optó por **Genial.ly**, su capacidad para integrar elementos visuales atractivos y su enfoque en la gamificación permite un fácil acceso y manejo del OVA. Genial.ly (Figura 8), es una herramienta que facilita la creación de presentaciones interactivas, optimizando tanto la enseñanza como las exposiciones de forma gratuita. Su principal ventaja radica en la flexibilidad que ofrece para añadir efectos, hipervínculos, formas y símbolos, los cuales se pueden personalizar según las necesidades, además de permitir su integración con diferentes páginas web, alojar videos, audios, animaciones y documentos interactivos, así como su facilidad para realizar modificaciones continuas de forma

independiente, sin afectar el programa base, permitiendo una mejora constante (Silva, 2020; Peña y Fernández, 2017).

Figura 8

Imagen del panel de creación Genial.ly



5.3.2 Formulación y estructuración del contenido de la herramienta

El contenido educativo se estructuró en tres niveles de dificultad progresiva:

5.3.2.1 Primer nivel. En este módulo introductorio se presentan los conceptos fundamentales necesarios para comprender el Control de Procesos. A través de videos explicativos y ejemplos sencillos basados en situaciones cotidianas, se abordan los temas clave. El primer video trata sobre los tipos de variables que deben identificarse en los sistemas controlados, el segundo explica los lazos de control y los diagramas de bloques, y el tercero se enfoca en la representación de los lazos mediante bloques. En el cuarto video, se abordan las estrategias de control. Al final del módulo, los estudiantes deben completar una evaluación interactiva con ejercicios de opción múltiple y preguntas cortas, diseñada para verificar su comprensión.

5.3.2.2 Segundo nivel. En este módulo se aborda la sintonización de controladores, destacando los aspectos clave para tener en cuenta, los diferentes modos del controlador, y los principales métodos de sintonización. Además, se ofrecen recomendaciones para profundizar en el tema y se presentan algunos de los tipos de válvulas y sensores más utilizados en los sistemas de control. Al igual que en el módulo anterior, se emplea una metodología basada en videos explicativos y una evaluación interactiva para reforzar el aprendizaje.

5.3.2.3 Tercer nivel. Por último, en este módulo se presentan los manuales de operación de los equipos de humedad y nivel, guías de prácticas de laboratorio, y videos que muestran su funcionamiento.

5.3.3 Creación de apoyo audiovisual

Para la creación del material de apoyo audiovisual se utilizaron cuatro herramientas.

5.3.3.1 Canva. Esta plataforma en línea se utilizó para la creación y edición de los videos de apoyo. Su interfaz intuitiva y sus plantillas prediseñadas permiten desarrollar material audiovisual de manera rápida y atractiva, sin necesidad de conocimientos avanzados en diseño (González, 2018; Sánchez, 2020). La edición de los videos se llevó a cabo de manera secuencial, una vez recopilada toda la información importante.

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

5.3.3.3 Adobe Acrobat Reader. Es una herramienta gratuita que permite visualizar, editar y gestionar archivos en formato PDF (Harder, 2023). En este caso, se utilizó para convertir todos

los documentos finales y vincularlos al OVA, de esta manera se aseguró que sean fácilmente accesibles y mantengan su formato.

5.3.3.4 Grabadora. La aplicación de grabadora integrada en el teléfono móvil permitió grabar la voz en off de manera rápida y eficiente. Las grabaciones se realizaron en un entorno controlado para asegurar la claridad del audio y evitar interferencias. Una vez finalizadas las grabaciones, los archivos de audio se integraron a Canva.

5.3.4 Programación de la herramienta

Se desarrolló la herramienta educativa basada en una estrategia de gamificación, utilizando una narrativa diseñada para captar la atención de los estudiantes y fomentar su interés en el control de procesos. En la Figura 9 se presenta la pantalla principal de esta herramienta, que se basa en la historia titulada *"Guardianes del Control Químico: Las Crónicas del Proceso"*.

Figura 9

Imagen de la página de inicio del OVA en la herramienta Genial.ly



La historia se ambienta en un futuro cercano, donde la humanidad ha logrado colonizar con éxito todo el sistema solar, estableciendo colonias prósperas en varios planetas y lunas. En

ese sentido, la industria de procesos químicos juega un papel crucial al suministrar los recursos esenciales para la supervivencia y el desarrollo en el espacio. Sin embargo, recientes fallos en las plantas de procesamiento han puesto en riesgo la estabilidad de esta red interplanetaria, lo que desencadena una serie de desafíos que los estudiantes deberán enfrentar y resolver para restaurar el equilibrio y garantizar la continuidad de las operaciones químicas críticas.

En este sentido, la interfaz del recurso virtual de aprendizaje se organizó en tres misiones distintas como se muestra en la Figura 10.

Figura 10

Imagen del panel de misiones del OVA

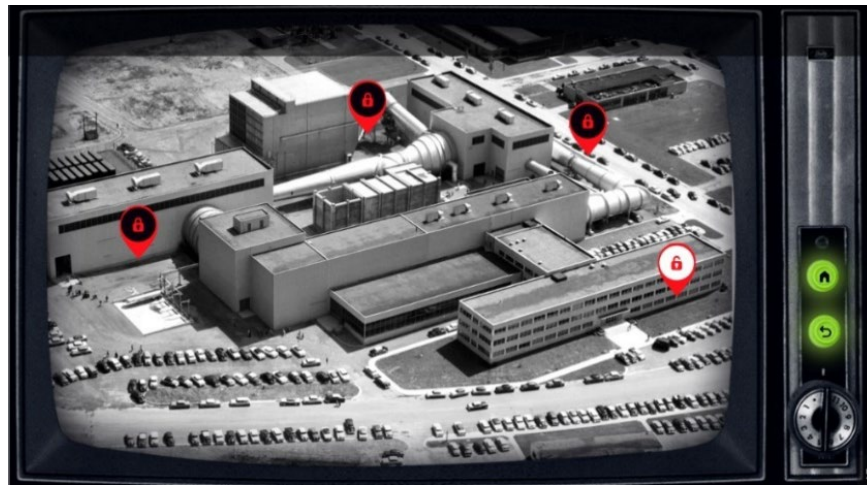


5.3.4.1 Misión I: Júpiter en Crisis. En este nivel introductorio, el jugador se enfrenta a una misión crítica en la que debe infiltrarse en una planta química en Júpiter, recolectar información esencial para detener una crisis y evitar pérdidas millonarias. Durante la misión, los usuarios reciben información de los conceptos básicos de Control de Procesos a través de cuatro videos explicativos. Para avanzar entre estos, es necesario ver cada uno en su totalidad, desbloqueando el siguiente automáticamente (ver Figura 11). Posteriormente, el jugador debe

realizar una evaluación de opción múltiple. Si las respuestas no son correctas, se le da la opción de revisar nuevamente el video del tema correspondiente o intentar responder de nuevo las preguntas. Finalmente, si el jugador aprueba la evaluación, se le asigna una clave para desbloquear el siguiente nivel.

Figura 11

Imagen del mapa de subniveles de la misión del OVA “Guardianes del Control Químico: Las Crónicas del Proceso”

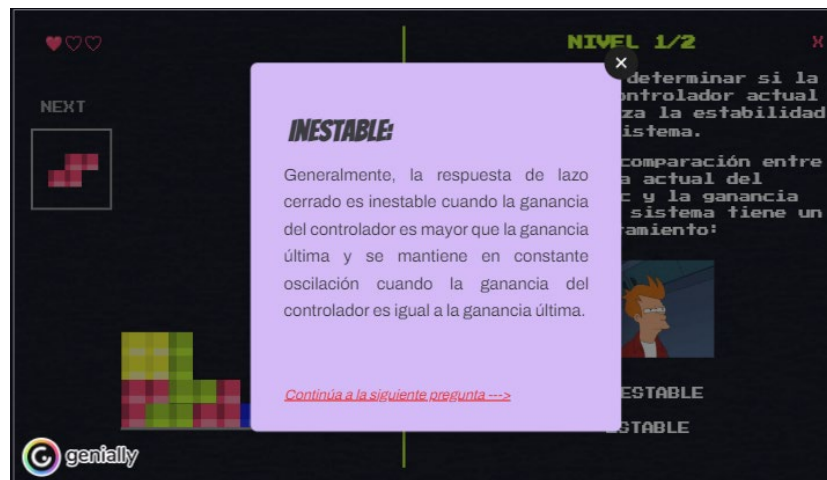


5.3.4.1 Misión II: Detén el meteorito. En esta misión, el jugador recibe la tarea de evitar que un meteorito impacte una estación espacial vital. Para lograrlo, debe aprender a sintonizar controladores y conocer los métodos más efectivos para ajustar sistemas de control apoyándose de dos videos explicativos. Así mismo, como en la misión anterior, cada video debe ser visto en secuencia para desbloquear el siguiente. Al finalizar, el jugador enfrenta una serie de ejercicios y cuatro casos prácticos, presentados de manera aleatoria, que debe resolver para avanzar y obtener la clave que desbloquea la próxima misión. Adicionalmente, los ejercicios incluyen

retroalimentación detallada como se ve en la Figura 12, lo que asegura que el estudiante comprenda por qué sus respuestas son correctas o incorrectas, reforzando así su aprendizaje.

Figura 12

Ejemplo de retroalimentación dada a los estudiantes al momento de seleccionar una respuesta a uno de los ejercicios presentados en el OVA “Guardianes del Control Químico: Las Crónicas del Proceso”



5.3.4.1 Misión III: La amenaza del sol. En esta última misión, el jugador recibe la alerta de una peligrosa emisión de radiación solar que pone en riesgo las infraestructuras terrestres. La misión consiste en infiltrarse en una estación solar para recolectar datos y mitigar el peligro. A lo largo del nivel, se proporcionan los manuales de operación y prácticas planteadas de los equipos de control de humedad y control de nivel (ver Figura 13), así como videos ilustrativos de su funcionamiento. Este material es clave para que los estudiantes comprendan el funcionamiento de los prototipos y estén preparados para desarrollar las prácticas de laboratorio.

Figura 13

Imagen de la estación solar para recolectar datos del OVA “Guardianes del Control Químico: Las Crónicas del Proceso”



Para acceder a la herramienta completa puede dar clic en el siguiente enlace:

<https://view.genially.com/6674816fa7c1f70015aa3ebb/interactive-content-breakout-videojuego>

5.4 Etapa 3. Implementación de la estrategia didáctica

5.4.1 Prueba y valoración del OVA por parte de los estudiantes

El Objeto Virtual de Aprendizaje "Guardianes del Control Químico: Las Crónicas del Proceso" fue alojado en el Aula virtual de aprendizaje Moodle de los 3 cursos de control de procesos químicos del semestre 2024-2, logrando así que 70 estudiantes usaran esta herramienta para apropiar conocimientos fundamentales de Control de procesos. Tras la presentación de la herramienta, se les aplicó una encuesta (ver Apéndice B) con 8 preguntas tipo Likert, una pregunta de selección múltiple para identificar el tiempo que cada estudiante dedicó a resolver las tres misiones, y dos preguntas abiertas con el objetivo de obtener opiniones constructivas,

identificar aspectos destacados de la herramienta y áreas de mejora, así como detectar errores gramaticales, en imágenes o animaciones.

5.4.1.1 Análisis de resultados preguntas selección múltiple. El análisis abordado, reveló una alta aceptación del OVA por parte de los estudiantes. En términos de claridad, el 93% de la población encuestada afirmó que la información fue presentada de manera comprensible, lo que indica que la herramienta logró transmitir los conceptos de forma efectiva.

En cuanto a los tiempos empleados en el OVA, la mayoría de los participantes (53.5 %) completó cada módulo en un tiempo de 30 a 60 minutos, lo que sugiere que la estructura y la duración del contenido son apropiadas para el ritmo de aprendizaje de los estudiantes.

El uso de los recursos visuales y multimedia del OVA fue uno de los aspectos más destacados, con una valoración excelente por parte del 57.7% de los estudiantes y buena por el 38%. Esto resalta la efectividad del diseño visual y la presentación multimedia del contenido. Así mismo, la interactividad fue valorada, con un 52.1% calificándola como muy alta demostrando que los elementos interactivos integrados lograron captar la atención de los estudiantes mejorando su experiencia.

Por otro lado, el 49.3% de los estudiantes se declaró estar muy satisfecho con la retroalimentación recibida durante las actividades evaluativas, mientras que un 45.1% se mostró satisfecho. Esto indica que la mayoría percibió positivamente el soporte y las indicaciones brindadas durante el proceso.

Respecto a la utilidad de los conceptos explicados a través del OVA, más de 60 estudiantes la valoraron como útil o muy útil en todas las áreas comprendidas, confirmando su efectividad en la transferencia de conocimientos.

En cuanto al interés hacia la asignatura de control de procesos químicos, el 66.2% afirmó que el OVA incrementó significativamente su motivación por el aprendizaje en esta área. Los datos sobre la experiencia general son aún más claros ya que el 97.2% describió su experiencia como positiva y apenas un 2.8% mantuvo una postura neutral. Adicionalmente, el 100% de los encuestados respondió que sí recomendarían la herramienta, reforzando la confianza en la capacidad pedagógica y eficacia del OVA.

Finalmente, el 66.2% indicó que es muy probable que vuelvan a utilizar el recurso para repasar los contenidos, subrayando su valor tanto como herramienta de aprendizaje inicial como de revisión a largo plazo.

5.4.1.2 Análisis de resultados preguntas abiertas. En este caso, la mayoría de los estudiantes señalaron que la herramienta es útil para mejorar la comprensión de conceptos en el control de procesos. Sin embargo, señalaron áreas de mejora relacionadas con la experiencia de usuario. Uno de los comentarios más frecuentes hizo referencia a la interfaz, como la superposición de textos y botones interactivos poco claros.

Algunos comentarios apuntaron al manejo del sonido, sugiriendo que se reduzca automáticamente el volumen de la música de fondo al reproducir los videos. Esto ayudaría a evitar interferencias y mejorar la claridad del audio explicativo.

En cuanto a la dificultad del contenido, se mencionó que las misiones progresaban en complejidad de forma rápida, por lo que se sugirió mantener un nivel de dificultad más constante. Por otro lado, hubo sugerencias de mejoras en el sistema de progreso, como permitir que los usuarios puedan guardar sus avances, evitando la pérdida de datos si se regresa accidentalmente al menú principal y añadir dinámicas de mini-juegos tras respuestas incorrectas.

Respecto a los problemas técnicos, la mayoría de los estudiantes indicó que no experimentó inconvenientes importantes durante el uso de la herramienta, con "No aplica" siendo la respuesta predominante. Sin embargo, algunos reportaron dificultades menores, como íconos que no cargaban correctamente y la repetición de palabras en algunos textos. Aunque estos problemas técnicos fueron poco frecuentes y no generalizados.

A pesar de estas observaciones, muchos estudiantes no encontraron áreas de mejora significativas, calificando el OVA como una herramienta completa y bien estructurada, destacando especialmente la calidad de los videos y los conceptos presentados. En general, las propuestas de mejora se centran en corregir algunos detalles visuales y auditivos sin afectar la valoración positiva del contenido, ni la interacción que ofrece el OVA.

5.4.1.3 Ajustes de la herramienta. Teniendo en cuenta las opiniones obtenidas en la encuesta de satisfacción, se realizaron los ajustes necesarios para mejorar la herramienta virtual. Este enfoque busca asegurar que el recurso responda adecuadamente a las necesidades de los usuarios y siga mejorando tanto en su usabilidad como en su impacto educativo.

Finalmente, el objeto virtual de aprendizaje “*Guardianes del Control Químico: Las Crónicas del Proceso*” queda a disposición de la Escuela de Ingeniería Química para que sea implementado en la plataforma virtual de aprendizaje de la Universidad Industrial de Santander, Moodle.

5.4.2 Valoración de la funcionalidad de los prototipos por parte de los estudiantes

En esta etapa, los dieciséis estudiantes del semestre 2023-2, encargados de validar las prácticas con los prototipos modificados, respondieron a una breve encuesta con dos preguntas abiertas, diseñadas para conocer su opinión sobre la experiencia y la funcionalidad de los equipos.

Los resultados generales reflejaron un alto nivel de satisfacción con la sesión de laboratorio. Los estudiantes mencionaron que el software de los prototipos resultó intuitivo y fácil de manejar, lo que facilitó su interacción con los equipos. Asimismo, señalaron que la funcionalidad de los prototipos cumplía con las expectativas, permitiendo llevar a cabo las prácticas sin contratiempos. Resaltaron, además, que poder ver en un entorno práctico cómo se aplican los conceptos de control de procesos fue clave para afianzar su aprendizaje, mejorando su comprensión del tema. (Ver Apéndice C).

5. Conclusiones

Se diseñó con éxito una estrategia didáctica para potenciar el aprendizaje activo en la asignatura de control de procesos químicos. A través del desarrollo del OVA y la adecuación de los prototipos, se logró combinar un enfoque interactivo con material visual y multimedia, lo que facilitó una mayor comprensión de los conceptos clave y fortaleció el vínculo entre la teoría y la práctica en la experiencia de los estudiantes.

El acople de los prototipos se realizó de manera efectiva, dejándolos completamente funcionales y generando un material didáctico complementario centrado en la experimentación, facilitando la apropiación de los conceptos teóricos de la asignatura y permitiendo a los estudiantes interactuar de manera dinámica con el contenido.

El OVA se desarrolló y ajustó con éxito, integrando de manera efectiva elementos conceptuales clave mediante recursos visuales, multimedia e interactividad, cumpliendo su objetivo al facilitar la comprensión y aplicación de los fundamentos. Esto se reafirma en las respuestas a la encuesta de satisfacción, donde la mayoría de los estudiantes confirmaron que la explicación de los conceptos aplicables a la asignatura fue útil.

Finalmente, el desarrollo de la estrategia didáctica como complemento a la formación convencional de los estudiantes de ingeniería química fortalece el desarrollo de competencias esenciales, tales como la comprensión y aplicación de conceptos en control de procesos, simulación de sistemas dinámicos y resolución de problemas prácticos en entornos controlados, incentivando así el aprendizaje activo y promoviendo el pensamiento crítico.

Referencias Bibliográficas

- Altamirano Méndez, C. S., & Morales Ramírez, E. M. (2023). *Repotenciación del sistema de control automático del secador por atomización del laboratorio de procesos industriales*.
- Alvarado Morales, M. F., & Rodríguez Torres, A. P. (2021). *Elaboración y desarrollo de un objeto virtual de aprendizaje para la comprensión de la practica secador de bandejas en la asignatura laboratorios de procesos II* [Tesis de pregrado]. Universidad Industrial de Santander.
- Cabrera, G. H. C. (2015). *Prototipo de control de riego tecnificado aplicando la tecnología del arduino*. Revista Investigaciones Altoandinas, 17(1), 95-102.
- Consejo académico, “Acuerdo 233 Modelo pedagógico UIS21” (2021). <https://uis.edu.co/wp-content/uploads/2023/03/Acuerdo-233-de-agosto-10-de-2021-Modelo-Pedagogico-UIS21.pdf>
- Coulson, J. M., Richardson, J. F., & Backhurst, J. R. (1983). *Ingeniería química. Diseño de reactores químicos* (Vol. 3). Reverté.
- Cuevas, T. N. P., & Cruz, A. D. C. B. (2016). *El uso de las TICs como herramienta de aprendizaje para alumnos de nivel superior. Proceedings T-XI, 13*. Universidad Autónoma de Nayarit, México.

- Doolittle, P., Wojdak, K., & Walters, A. (2023). *Defining Active Learning: A Restricted Systemic Review*. Teaching and Learning Inquiry, 11.
- Franklin, G. F., Powell, J. D., Emami-Naeini, A. (2010). *Feedback Control of Dynamic Systems* (6ta. ed). Reino Unido: Pearson.
- González, H. T. (2018). *Herramientas tecnológicas para el diseño de materiales visuales en entornos educativos*. Sincronía, (74), 617-669.
- Guzmán, J. L., Hägglund, T. (2024). *Feedforward Control: Analysis, Design, Tuning Rules, and Implementation*. (n.p.): De Gruyter.
- Harder, J. (2023). Creating a QR Code Custom Stamp. In *Enhancing Adobe Acrobat Forms with JavaScript: Take Your Forms to the Next Level!* (pp. 95-110). Berkeley, CA: Apress.
- Machado, L. S. R., Frassetto, L. D. S., Bilessimo, S. M. S., Silva, J. B. D., & Silva, I. N. D. (2022). *Pedagogical models focused on the integration of ICT in basic education: a systematic review*. International Journal of Advanced Engineering Research and Science. Jaipur. Vol. 9, no. 8,(Aug. 2022), p. 129-134. 2.3
- Martín González, R. (2012). *Actividades didácticas para el desarrollo de habilidades en el procesador de textos microsoft word* (Doctoral dissertation, Universidad de Ciencias Pedagógicas. Cap. Silverio Blanco Núñez).
- Medrano, J. A. M. (2017). *Fundamentos de medición y control de procesos*. Palibrio
- Ogata, K. (2010). *Modern Control Engineering*. Reino Unido: Pearson.

- Osorio, M., & Silva J. (2021). *Desarrollo de una herramienta pedagógica mediante el uso de las tics para mejorar el reconocimiento de la práctica de destilación de torre empacada en el laboratorio de procesos II* [recurso electrónico],” UIS, Bucaramanga.
- Peña-Cabanas, A. M., & Fernández-Munín, M. C. (2017). *Reseña de la aplicación: Genial. ly. Una herramienta en la nube para crear contenido dinámico e interactivo*. Revista de estudios e investigación en psicología y educación, 4(2), 154-157.
- Pérez, M., Pérez, A., & Pérez, E. (2008). *Introducción a los sistemas de control y modelo matemático para sistemas lineales invariantes en el tiempo*. Universidad Nacional de San Juan, 1-69.
- Salavarieta Castro, M. M. (2017). *Desarrollo e implementación de un Objeto Virtual de Aprendizaje (OVA) para el fortalecimiento de las competencias ciudadanas en la solución de conflictos en el aula* (Master's thesis, Universidad de La Sabana).
- Sanchez Chavez, M. Y. (2020). *Herramienta Canva para mejorar la creatividad en estudiantes de primer año en informática en la IE Simón Bolívar*.
- Silva, M. E. (2020). *Características de las herramientas multimedia para el desarrollo de Presentaciones Interactivas*. Journal of Science and Research: Revista Ciencia e Investigación, 5(1), 873-891.
- Villamizar, C. Z. A., Suárez, C. A. H., & Suárez, J. P. R. (2020). *Objeto virtual de aprendizaje para desarrollar las habilidades numéricas: una experiencia con estudiantes de educación básica*. Panorama, 14(1 (26)), 111-133.

Zeybek, N., & Saygi, E. (2024). *Gamification in education: Why, where, when, and how?—A systematic review*. Games and Culture, 19(2), 237-264.

Apéndices

Apéndice A. Encuesta de determinación de la importancia de implementar una estrategia didáctica en la asignatura: Control de Procesos Químicos (Preguntas)

1. ¿Además de los laboratorios de procesos, ha recibido usted clases prácticas en otras materias de Ingeniería Química?

- ☐ **Si**
- ☐ **No**

2. Si su respuesta anterior fue sí, ¿en cuál?

Respuesta corta: _____.

3. ¿Considera usted que es fundamental incorporar clases prácticas en la materia de Control de Procesos Químicos?

- ☐ **Si**
- ☐ **No**

4. De acuerdo con su respuesta anterior, responda ¿Por qué?

Respuesta larga: _____.

5. ¿Cree que el aprendizaje teórico sobre un tema específico debe ir siempre acompañado de una parte experimental?

- ☐ **Si**
- ☐ **No**

6. ¿Cree usted, que realizar prácticas de laboratorio tiene efecto sobre el proceso de aprendizaje de nuevos conceptos y refuerza los que ya ha adquirido? Describa este efecto como:

- ☐ **Negativo**

- **Regular**
- **Bueno**
- **Muy bueno**
- **Excelente**

7. En el aprendizaje de una asignatura es fundamental que el estudiante asista a las clases dictadas por el profesor y que complemente lo aprendido haciendo uso de herramientas didácticas como OVAs durante las horas de estudio independiente.

• **Indique la frecuencia con la que usa esta herramienta:**

- **Ninguna**
- **Algunas veces**
- **Frecuentemente**
- **Siempre**

8. Califique de 1 a 5 la utilidad de los recursos educativos que se muestran a continuación, siendo 1: Insuficiente. 2: Regular. 3: Bueno. 4: Muy bueno. 5: Excelente.

Figura A1

Estructura de opciones de respuesta

	1	2	3	4	5
Visitas técnicas	☐	☐	☐	☐	☐
Tutorías	☐	☐	☐	☐	☐
TICs	☐	☐	☐	☐	☐
Prácticas de la...	☐	☐	☐	☐	☐

9. ¿Cree usted que los manuales de funcionamiento del equipo son una herramienta indispensable a la hora de realizar prácticas de laboratorio?

- ☐ **Si**
- ☐ **No**

10. ¿Cree que el aprendizaje teórico sobre un tema específico debe ir siempre acompañado de una parte experimental?

- ☐ **Si**
- ☐ **No**

11. ¿Cree usted, que realizar prácticas de laboratorio tiene efecto sobre el proceso de aprendizaje de nuevos conceptos y refuerza los que ya ha adquirido? Describa este efecto como:

- ☐ **Poca claridad de los conceptos**
- ☐ **Falta de material didáctico**
- ☐ **Falta de experimentación**
- ☐ **Falta de estudio independiente**
- ☐ **Ansiedad al momento de las evaluaciones**
- ☐ **Poca asistencia a las clases**

12. ¿Qué conceptos o temáticas se le dificultan?

Respuesta corta: _____.

13. ¿Considera usted que, si se le hubiera brindado un acompañamiento práctico en relación a los conceptos fundamentales de la materia, los resultados habrían sido mejores resultados?

- ☐ **Si**
- ☐ **No**

14. ¿Existe algún concepto o tema en particular que considere imprescindible abordar en un entorno práctico de laboratorio? (Menciónelo)

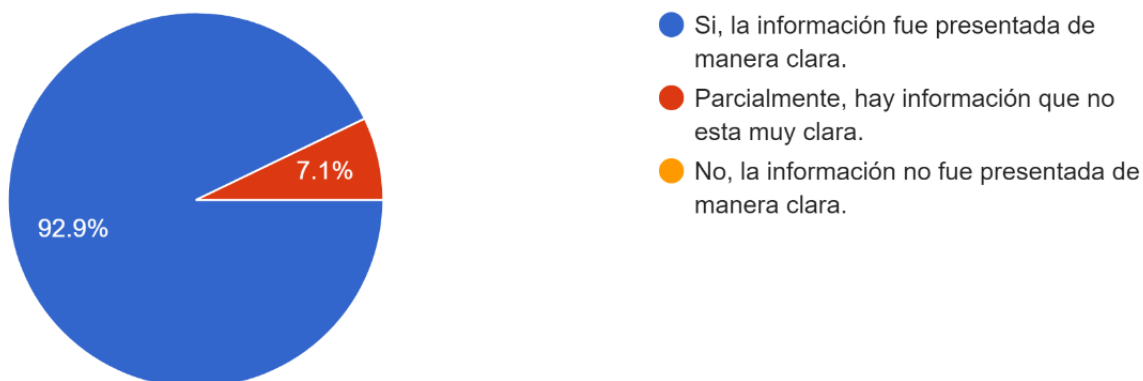
Respuesta corta: _____.

Apéndice B. Encuesta de satisfacción OVA - Control procesos (Respuestas)

1. ¿La herramienta presentó la información de manera clara y comprensible?

Figura B1

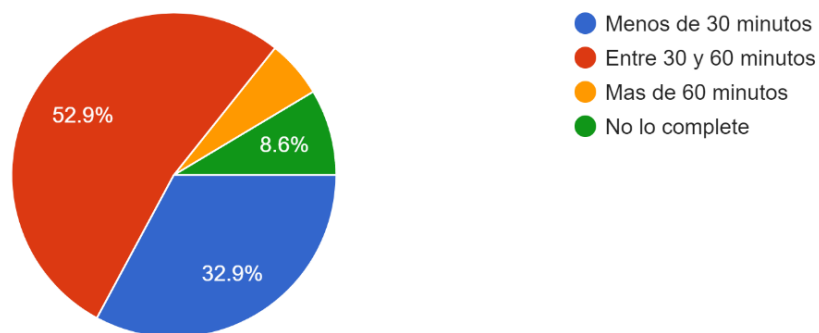
Percepción por parte de los estudiantes del semestre 2024-2 sobre la claridad de la información presentada en el OVA “Guardianes del Control Químico: Las Crónicas del Proceso”



2. ¿Cuánto tiempo, en promedio, le tomó completar cada módulo del OVA?

Figura B2

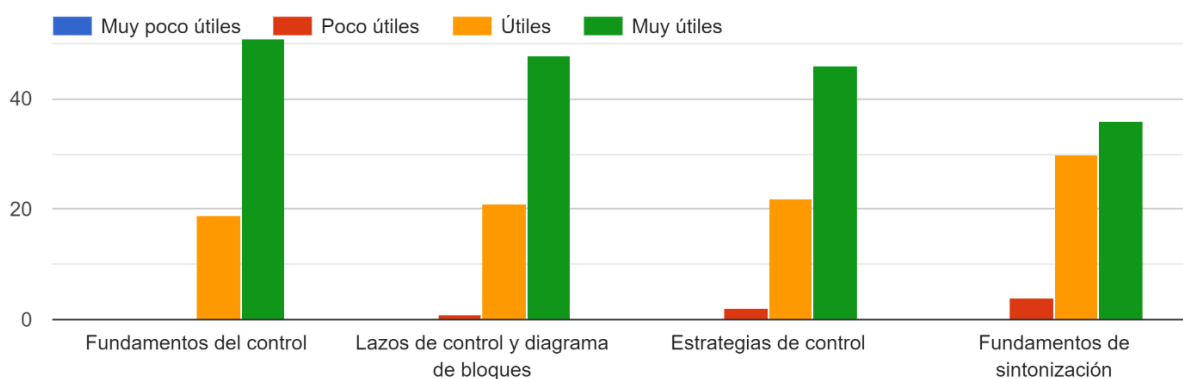
Percepción por parte de los estudiantes del semestre 2024-2 sobre el tiempo requerido para completar en el OVA “Guardianes del Control Químico: Las Crónicas del Proceso”



3. ¿Qué grado de utilidad le daría a la forma de explicar los siguientes conceptos de la asignatura?

Figura B3

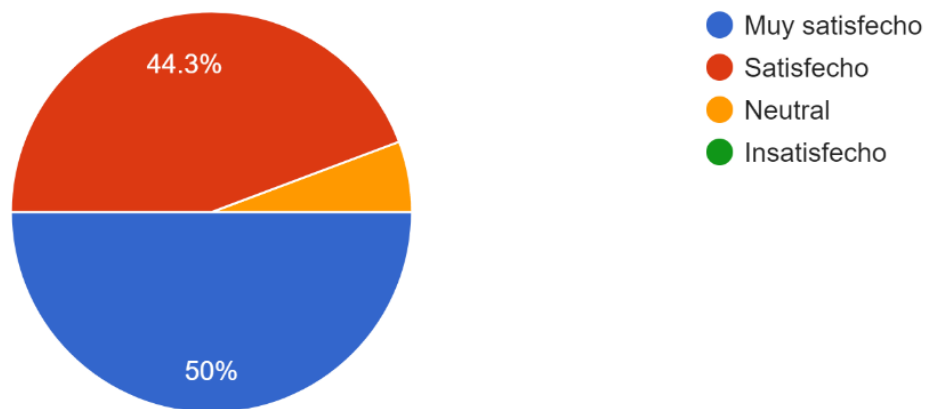
Percepción por parte de los estudiantes del semestre 2024-2 sobre el grado de utilidad de las explicaciones conceptuales presentada en el OVA “Guardianes del Control Químico: Las Crónicas del Proceso”



4. ¿Qué tan satisfecho está con la retroalimentación recibida durante las actividades evaluativas?

Figura B4

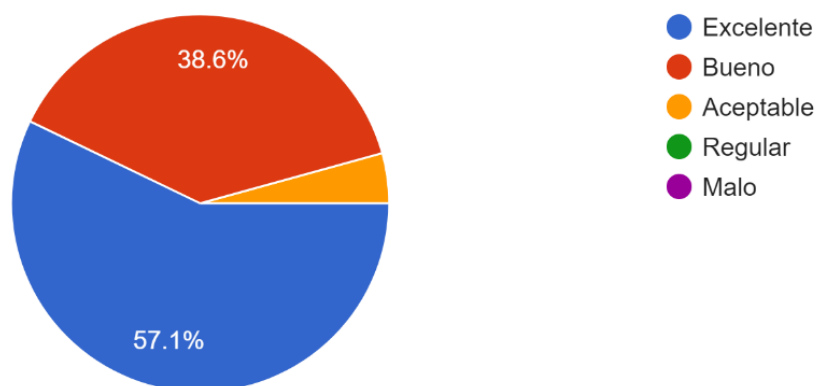
Percepción por parte de los estudiantes del semestre 2024-2 sobre el grado de satisfacción con la retroalimentación recibida después de una respuesta incorrecta mientras realizaba las actividades propuestas en el OVA “Guardianes del Control Químico: Las Crónicas del Proceso”



5. ¿Cómo calificaría el apoyo visual y multimedia (imágenes, videos, animaciones) utilizado en el OVA?

Figura B5

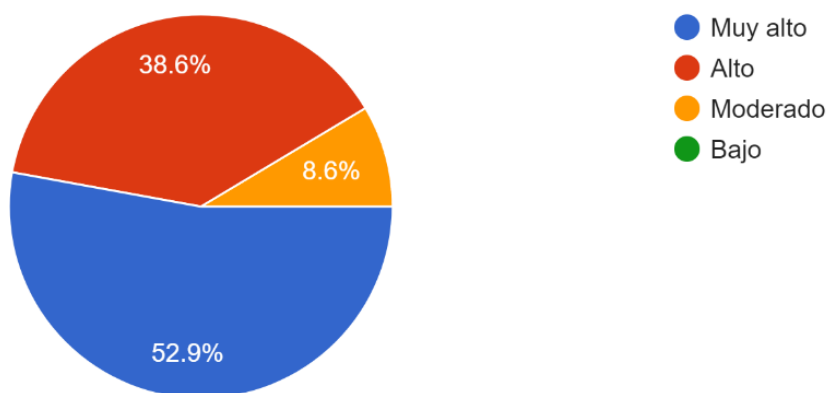
Valoración por parte de los estudiantes del semestre 2024-2 sobre el contenido multimedia presentado en el OVA “Guardianes del Control Químico: Las Crónicas del Proceso”



6. ¿Cómo evaluaría el nivel de interactividad ofrecido por el OVA?

Figura B6

Valoración por parte de los estudiantes del semestre 2024-2 sobre la interactividad ofrecida por el OVA “Guardianes del Control Químico: Las Crónicas del Proceso”



7. Si experimento problemas técnicos durante el uso de la herramienta didáctica, méncionelos brevemente, si no, escriba "No aplica". (Respuesta abierta)

Figura B7

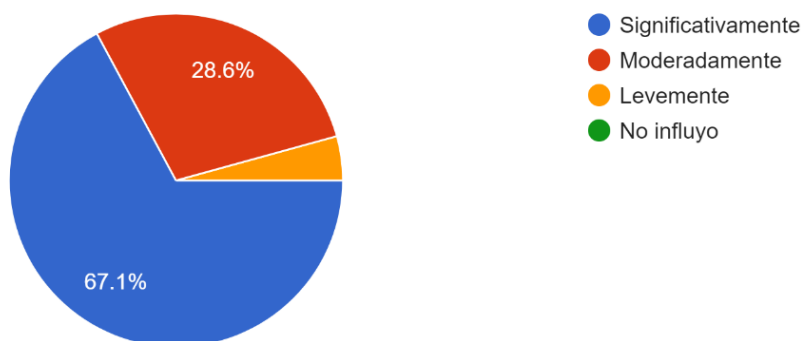
Retroalimentación por parte de los estudiantes del semestre 2024-2 sobre los problemas técnicos experimentados durante la prueba del OVA “Guardianes del Control Químico: Las Crónicas del Proceso”

No aplica
No aplica
no aplica
Mejorar un poco la redaccion de las preguntas y las misiones , pues algunas letras se repiten
Para pasar al modulo 2, hay una contasela (Sin+785) deberian cambiarla simplemete a Control124 ya que esta contraseña me represento muchas dificultades para entrar, no se complique poniendo contraseñas asi
Algunos íconos no aparecían y tocaba recargar para verlos
Presenté errores en los enlaces, por lo tanto tenía inconvenientes para avanzar a la siguiente respuesta, este error está presente en el tema estrategias de control.
N/ A
he tenido problemas para ver el genially con las clases y el programa del curso
La plataforma a veces demoraba en cargar el cruce entre niveles pero no creo que sea problema de la aplicacion sino sea del internet o del propio moodle
Para poner el último código no me funcionaba el teclado, no escribía y luego escribía pero no completo, al final me tocó escribirlo en notas y copiarlo para poder pegarlo en el juego
En el primer nivel hay una pregunta que repite una palabra dos veces, solo un pequeño error de redacción
Palabras repetidas en un mismo texto

8. ¿Considera que el OVA mejoró su interés por el aprendizaje en el área de control de procesos?

Figura B8

Percepción por parte de los estudiantes del semestre 2024-2 sobre el impacto del OVA “Guardianes del Control Químico: Las Crónicas del Proceso” en el interés por el aprendizaje en control de procesos



9. ¿En qué área cree que el OVA podría mejorar? **(Respuesta abierta)**

Figura B9

Sugerencias de mejora para el OVA “Guardianes del Control Químico: Las Crónicas del Proceso” por parte de los estudiantes del semestre 2024-2

En ningún área, todo estuvo muy bien.

Puede ser positivo agregar "mini-misiones" antes de las misiones principales

Dar un sistema de vidas

Una evaluación del la última etapa

La ultima temática seria mejor hacer un video explicando el control del nivel y humedad que solo colocar los links de informes de la laboratorios o documentos de investigación

Creo que las misiones a medida que se van haciendo van estando un poco mas complejas de entender, creeria que seria mejor dar el mismo grado de entebilidad o complejidad desde el principio de resto todo super bien.

Devería guardar los resultados, dado que si alguien por error oprime el boton de ir al menu principal pierde todo el avance que llevaba hasta el momento

Se podrían realizar más ejemplos

Ser más claros con algunas instrucciones

Mejorar el nivel en los casos que ahí presenta.

no tengo una idea en mente

En nada

La música de el juego cuando se reproducen los videos de explicaciones podría ser más baja pq interfiere un poco

En el area grafica.

diseño de la pagina y en la sección de preguntas había texto que estaba encima de otro entonces no se podía leer muy bien cual era la continuación de la lectura

Los videos son muy buenos pero tienen mucha información por evaluar. Estaría bien un pequeño test al final de cada video para luego si tener un test final que recopile toda la info. Aún así me gustó la herramienta.

Podría ser añadiendo en los cuestionarios una pestaña de consejos o hints, para una mejor orientación sin tener que regresar a los recursos.

la musica

al mejorar un poco mas el material de estudio para cada clase

Por el momento nada, para lo que hemos aprendido en el curso esta bien.

Mejorando la calidad del audio de algunos vídeos.

Ninguna, todas al mi alparecer estan bien hechas

Al seleccionar una respuesta errónea podría cambiar el game over

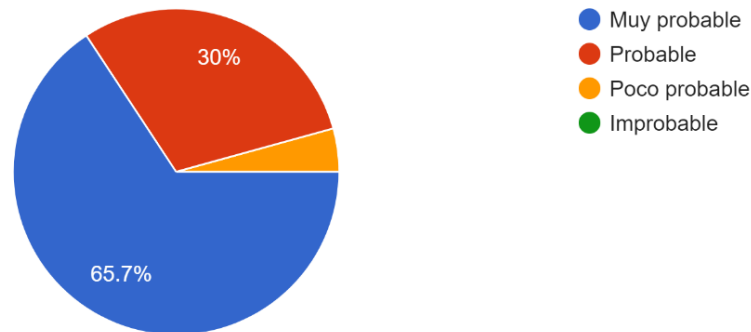
Esta excelente
En la parte de los diagramas de modo que estos sean lo más detallados posible.
.
Esta perfecto
Ninguna
Como estamos hablando de un "videojuego" sería interesante que realmente agregaran un pequeño minijuego, de tal manera que cuando te equivoques en la respuesta, tengas que jugar y recobrar una vida.
Ninguna
Me pareció muy buena
Me gustaría que fuese un poquito más corto

Me parece que todo se explica de manera correcta.
A veces como estudiantes, necesitamos una herramienta interactiva para asociar conceptos más fácilmente.
Visual
Está perfecto
Me pareció un herramienta muy completa
Me parecio una excelente herramienta que me ayudo a comprender mejor los conceptos del control de procesos.
Pues me parece que está bien estructurado, pero ya el detalle es como en los colores. Que fuesen un poco más vivos, pero de resto súper
Diseño de la interfaz, en cuanto a la distribución de los textos

10 ¿Qué tan probable es que utilice nuevamente el OVA para repasar los contenidos?

Figura B10

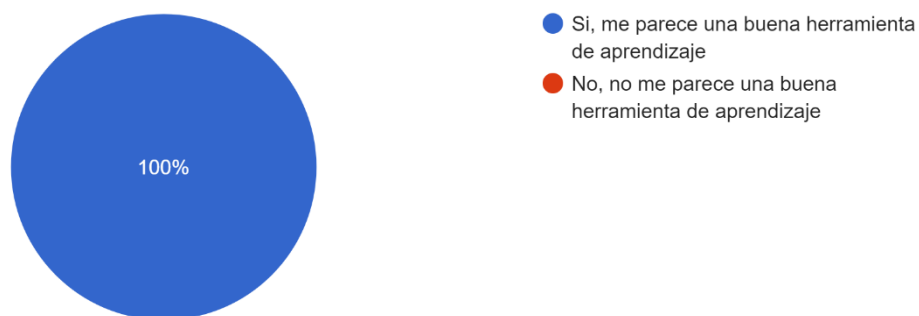
Probabilidad de reutilización del OVA "Guardianes del Control Químico: Las Crónicas del Proceso" para repaso de contenidos según estudiantes del semestre 2024-2



11. ¿Recomendaría la utilización de esta herramienta virtual para futuros estudiantes?

Figura B11

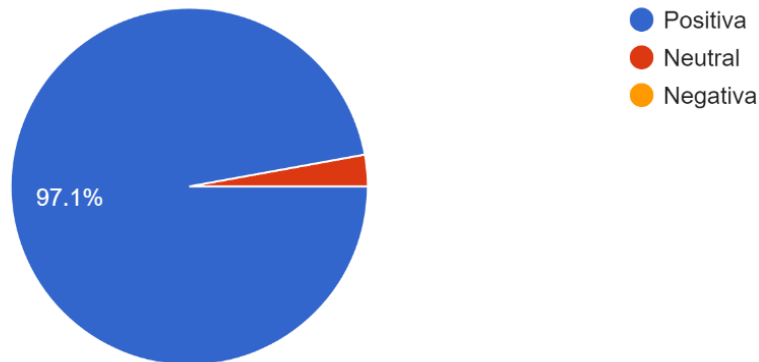
Intención de los estudiantes del semestre 2024-2 de recomendar el OVA "Guardianes del Control Químico: Las Crónicas del Proceso" a futuros estudiantes



12. ¿Cómo describiría su experiencia general utilizando el OVA?

Figura B12

Valoración de la experiencia general de los estudiantes del semestre 2024-2 con el OVA "Guardianes del Control Químico: Las Crónicas del Proceso"



Apéndice C. Encuesta de satisfacción sobre la funcionalidad de los prototipos y software

1. ¿Cómo calificarías la experiencia general durante la sesión de laboratorio con los prototipos modificados?

Figura C1

Percepción de la experiencia general en sesiones de laboratorio con los prototipos modificados

Me gustó mucho la sesión, me ayudó a entender mejor el control de procesos.
El laboratorio me ayudó a visualizar mejor cómo funcionan los sistemas de control en la vida real
Fue una excelente oportunidad para poner en práctica los conocimientos de control de procesos visto en clase
Me gusto relacionar lo teórico con lo práctico
Me sirvió para consolidar lo visto en clase.
fue muy positiva ya que me permitió aplicar lo aprendido en clase de forma práctica
La experiencia en el laboratorio fue satisfactoria y cumplió con mis expectativas
Fue interesante ver cómo los conceptos teóricos se aplican a un entorno real
La práctica con los prototipos me permitió comprender mejores conceptos complejos

me permitió aprender de forma más activa.
Me gustó mucho la experiencia me ayudó a aplicar la teoría en un ambiente simulado
Fue interesante trabajar con los prototipos porque pude experimentar de manera directa los conceptos que vimos en clase
Me pareció una experiencia clara y bien organizada, sin problemas técnicos
La sesión cumplió con mis expectativas y mejoro mi entendimiento del control de procesos
Me pareció muy útil para desarrollar habilidades prácticas en sistemas de control.
La práctica fue muy dinámica y me permitió interactuar directamente con el equipo, lo que facilitó el aprendizaje

2. ¿Qué te pareció el software y la funcionalidad de los prototipos en cuanto a facilidad de uso?

Figura C2

Percepción del software y funcionalidad de los prototipos respecto a la facilidad de uso

El software era fácil de usar y entendible, no tuve complicaciones, los equipos son fáciles de manejar
Me pareció que el software estaba bien diseñado y era intuitivo.
Me gusto relacionar lo teórico con lo práctico
El funcionamiento de los prototipos fue el esperado y permitió realizar las actividades correctamente
Fue útil poder manipular el software de los prototipos sin problemas.
La interfaz del software era sencilla y no requirió explicaciones difíciles
los equipos respondieron bien y el software fue fácil de manejar.
Me sentí bien con el manejo del software era accesible y no confuso
Los equipos son fáciles de manejar y el software era el adecuada para las prácticas que realizamos

Creo que el software era lo suficientemente amigable para alguien que nunca lo había usado antes

sencillo, la combinación de software y equipos me permitió entender mejor los procesos

Considero que el software facilitó el trabajo y que los equipos estaban en buenas condiciones

los prototipos funcionaron como lo esperaba, muy sencillos de usar, igual que arduino

El software estaba bien diseñado, con una interfaz clara que facilitaba el control de los prototipos.

La funcionalidad del software permitió que la interacción con los equipos fuera fluida, sin presentar problemas durante las pruebas.

Muy sencillo, ambos funcionaron bien, tanto el software como los equipos

Algo sencillo y muy funcionales

Apéndice D. Manuales prototipos de Laboratorio de Control Procesos

Para ver el documento con el manual completo, puede escanear el siguiente código QR.

Manual de Control de Humedad

Figura D1

Código QR de acceso al manual del prototipo de control de humedad en una bodega de alimentos



Manual de Control de Nivel**Figura D2**

Código QR de acceso al manual de control de nivel mediante un sensor diferencial de presión

**Apéndice EE.** Prácticas planteadas para los prototipos de Laboratorio de Control Procesos

Para ver el documento con el manual completo, puede escanear el siguiente código QR.

Prácticas de Control de Humedad

Figura E1

Código QR de acceso a la práctica 1 planteada para el prototipo de control de humedad en una bodega de alimentos

**Figura E2**

Código QR de acceso a la práctica 2 planteada para el prototipo de control de humedad en una bodega de alimentos



Prácticas de Control de Nivel**Figura E3**

Código QR de acceso a la práctica 1 planteada para el prototipo de Control de Nivel mediante un sensor diferencial de presión

**Figura E4**

Código QR de acceso a la práctica 2 planteada para el prototipo de Control de Nivel mediante un sensor diferencial de presión

