

Desarrollo de un objeto de aprendizaje mediante el uso de TIC para la práctica Reactor electroquímico en la asignatura Laboratorio de procesos II

Stefany Lizeth Perez Arias y Brayan Stiven Agamez Figueroa

Trabajo de Grado para Optar al Título de Ingeniero Químico

Modalidad Práctica en Docencia

Director

Jesús Manuel Mendoza
Ingeniero químico

Codirector

Débora Alcida Nabarlatz
Ph. D. en ingeniería química

Universidad Industrial de Santander
Facultad de Ingenierías Físicoquímicas
Escuela de Ingeniería Química
Bucaramanga
2023

Dedicatoria

Éste logro en mi vida es dedicado especialmente a Dios y todas las personas que de alguna u otro forma me acompañaron y brindaron su amor, apoyo y amistad en mi formación universitaria.

A mi madre, Olga Lucia Figueroa Cossio, quien es la persona que más admiro y amo. A mi padre, Alipio José Agamez Aguas, por amarme tanto en vida y asegurarse de estar allí siempre para mí, aun cuando careciera de un cuerpo físico.

A mis abuelitos Emiliano Agamez y Ana Aguas por sus palabras de aliento y cariño incondicional. A mi abuelita Evarista Cossio, por enseñarme que el amor se construye cada día y que el conocimiento es esa píldora que cura la ignorancia.

A todos, un especial agradecimiento porque gracias a Dios y a ustedes soy quien soy y sé el potencial que tengo y, gracias a mí, por luchar cada día y no rendirme, porque nadie sabe el peso que cada uno carga sobre sus hombros.

"Siempre hay flores en el mundo para quien lleva un jardín en el alma"

—Zab. G. Andrade

Tabla de contenido

	Pág.
Introducción.....	11
1. Objetivos.....	13
1.1 Objetivo general.....	13
1.2 Objetivos específicos	13
2. Marco conceptual	14
2.1 Objetivos competenciales.....	15
2.2 Contenidos.	15
2.3 Metodología.	15
2.4 Actividades.	15
2.5 Recursos.....	15
2.6 Evaluación.	15
3. Metodología.....	17
3.1 Recopilación de información.....	18
3.2 Medio de evaluación de conocimientos.....	18
3.3 Diseño del manual.....	18
3.4 Diseño de la herramienta virtual	19
3.4.1 Selección del software	19
3.4.2 Descripción del programa	19
3.4.3 Diseño gráfico de la herramienta y creación de contenido audiovisual	19
3.4.4 Reconocimiento e interacción con la plataforma Moodle	20

DESARROLLO DE UN OVA PARA PRÁCTICA REACTOR ELECTROQUÍMICO	4
3.4.5 Evaluación de la herramienta	21
4. Resultados.....	22
4.1 Creación banco de preguntas	22
4.2 Ajuste y reestructuración del manual	22
4.3 Desarrollo herramienta virtual de aprendizaje.....	30
4.4 Prueba Piloto.....	33
4.5 Análisis de los medios de evaluación.....	33
5. Conclusiones	41
6. Recomendaciones	42
Referencias bibliográficas	43

Lista de figuras

	Pág.
Figura 1 Etapas de la descripción metodológica	17
Figura 2 Diseño inicial del manual de la práctica reactor electroquímico (Introducción).....	23
Figura 3 Diseño inicial del manual de la práctica reactor electroquímico (Reactor continuo).....	23
Figura 4 Diseño inicial del manual de la práctica reactor electroquímico (Diagrama general del proceso).....	24
Figura 5 Diseño inicial del manual de la práctica reactor electroquímico (Materiales y equipo).....	25
Figura 6 Diseño del nuevo manual para la práctica reactor electroquímico (Modelo de la velocidad de reacción)	27
Figura 7 Diseño del nuevo manual para la práctica reactor electroquímico (Factores que influyen en la velocidad de reacción)	28
Figura 8 Diseño del nuevo manual para la práctica reactor electroquímico (Ejemplos de consumo y transformación de las especies a lo largo de la reacción propuesta en la práctica).....	27
Figura 9 Diseño del nuevo manual para la práctica reactor electroquímico (Conductividad de reacción).....	29
Figura 10 Página de inicio del objeto virtual de aprendizaje	31
Figura 11 Sección descripción del equipo	32
Figura 12 Estudiantes que realizaron la identificación del objeto de la práctica	34
Figura 13 Resultados del acercamiento del ova al entorno real del laboratorio.....	35

Figura 14 Resultados de la utilidad de la información propuesta en la herramienta.....	36
Figura 15 Desafío que presentan para los estudiantes los experimentos a través de laboratorios virtuales.....	37
Figura 16 Valoración de la herramienta virtual.....	38

Lista de tablas

Tabla 1. Etapas de la descripción metodológica..... 28

Tabla 2. Diseño inicial manual práctica.....21

Lista de apendices

Apendice A. Instructivo para subir la herramienta virtual a moodle	35
Apendice B. Preguntas para evaluar el grado de reconocimiento de los estudiantes	37
Apendice C. Encuesta de satisfacción respecto a la herramienta virtual	40
Apendice D. Presentación de las secciones de la herramienta virtual	42

Resumen

Título: Desarrollo de un objeto de aprendizaje mediante el uso de TICs para la práctica Reactor Electroquímico en la asignatura Laboratorio de Procesos II *.

Autores: Stefany Lizeth Perez Arias, Brayan Stiven Agamez Figueroa **.

Palabras clave: Objeto de aprendizaje, reactor electroquímico, TIC, práctica de laboratorio, herramienta.

Descripción: Este trabajo de grado fue desarrollado en la modalidad práctica en docencia, encaminado a proponer y evaluar nuevas metodologías y estrategias didácticas para el reconocimiento de la práctica reactor electroquímico de la asignatura Laboratorio de Procesos II, mediante el uso de las tecnologías de la información y la comunicación (TIC). Está apoyado en la implementación de un objeto virtual de aprendizaje desarrollado en la herramienta Genially, la cual permitió crear contenidos visuales e interactivos de manera fácil y rápida luego de una recopilación de información y de una reestructuración del manual de la práctica que posibilitara el apoyo en el reconocimiento previo a la realización de esta.

Por medio de sondeos efectuados a los estudiantes, elaborados en Google Forms, se realizó una evaluación de pre saberes que tuvieran relevancia con la práctica y una evaluación del recurso mediante una prueba piloto que consistió en compartir la herramienta en la plataforma Moodle para su visualización, análisis y calificación por parte de una muestra de estudiantes de la asignatura y así poder orientar de la mejor manera la información a compartir en esta herramienta soporte. En los resultados se evidenció gran aceptación por parte del estudiantado hacia esta nueva forma de reconocimiento más interactiva e ilustrativa.

* Trabajo de grado.

** Facultad de Ingenierías Físicoquímicas. Escuela de Ingeniería Química.

Director: Jesús Manuel Mendoza, Ingeniero Químico. Codirectora: Débora Alcida Nabarlatz, Ingeniera Química, PhD.

Abstract

Title: Development of a learning object through the use of ICTs for the practice Electrochemical Reactor in the subject Process Laboratory II *.

Authors: Stefany Lizeth Perez Arias, Brayan Stiven Agamez Figueroa **.

Keywords: Learning object, electrochemical reactor, ICT, laboratory practice, software tool.

Description: This degree work was developed in the teaching practice modality, aimed at proposing and evaluating new methodologies and didactic strategies for the recognition of the electrochemical reactor practice of the subject Process Laboratory II, through the use of information and communication technologies (ICT). It is supported by the implementation of a virtual learning object developed in the Genially tool, which allowed to create visual and interactive contents in an easy and fast way after a compilation of information and a restructuring of the manual of the practice that made possible the support in the recognition previous to the realization of this one.

By means of surveys carried out with students, elaborated in Google Forms, an evaluation of pre-knowledge relevant to the practice and an evaluation of the resource was carried out through a pilot test that consisted of sharing the tool in the Moodle platform for its visualization, analysis and qualification by a sample of students of the subject and thus be able to guide in the best way the information to be shared in this support tool. The results showed great acceptance on the part of the students towards this new, more interactive, and illustrative form of recognition.

* Graduate work.

** Faculty of Physicochemical Engineering. Chemical Engineering School.

Directors: Jesús Manuel Mendoza, Chemical Engineer. Codirector: Débora Alcida Nabarlatz, Chemical Engineer, PhD.

Introducción

El panorama actual del proceso enseñanza-aprendizaje plantea nuevos retos académicos, especialmente en lo que se refiere a metodologías capaces de construir competencias orientadas al logro de una mayor autonomía del estudiante, puesto que el aprendizaje será más efectivo si en alguna etapa de la experiencia el alumno puede participar activamente mediante la experimentación, el análisis y la toma de decisiones. Los enfoques existentes para mejorar la educación se apoyan en la disponibilidad de tecnología multimedia e interactiva, este cambio en el paradigma se debe, en parte, a la demanda intrínseca de la integración de las tecnologías de la información y la comunicación con los instrumentos pedagógicos clásicos (lo que se conoce como blended learning o b-learning).

Este trabajo está motivado por una inminente necesidad, en el ámbito educacional, de poder desarrollar un sostén conceptual virtual respecto al reconocimiento y elaboración a detalle de la práctica reactor electroquímico que permita conocer los principios de funcionamiento, metodología y análisis de resultados, manteniendo el carácter experimental y vivencial de la práctica. Para ello se recurrirá a algunas herramientas didácticas y a las tecnologías de la información y la comunicación TIC. En efecto, hoy por hoy las TIC ofrecen, un adjunto auto contenible y autosuficiente, lo que hace que sus elementos internos tengan sentido por sí mismos y permitan la consecución de los objetivos propuestos, facilitando de esta forma el aprendizaje autónomo de los estudiantes.

En este trabajo se presenta una propuesta metodológica que aspira a optimizar el proceso

de aprendizaje en la asignatura Laboratorio de Procesos II, iniciando previamente una discusión teórica para concluir un bosquejo de relaciones entre los saberes, que ayude a visualizar y comprender el sentido de la propuesta, y la manera como esta opera de una manera más didáctica.

La metodología empleada en la asignatura Laboratorio de Procesos II se basa en un reconocimiento previo de los equipos a utilizar en la práctica, a partir de la lectura del manual asignado, que contiene toda la información indispensable a tener en cuenta al momento de realizarla. Sin embargo, se ha evidenciado que pese al apoyo de esta información y al reconocimiento que hacen los estudiantes con los técnicos, en el momento de ejecutar la práctica, se refleja que no es suficiente ese reconocimiento para la correcta elaboración de esta. Bajo este panorama, con la intención de corregir esta dificultad y comprender sus consecuencias, es conveniente lograr que la tecnología con sus constantes avances proporcione nuevas maneras y espacios, así como la forma de complementar la educación presencial, fortaleciendo el desarrollo académico de los estudiantes.

Lo ideal es que el estudiante pueda ejecutar todas las actividades experimentales que realizaría en un laboratorio real mediante el campo de la didáctica virtual. Es por esto, que el alcance de este proyecto está encaminado a ¿cómo se puede realizar el reconocimiento de la práctica de laboratorio reactor electroquímico por medio de las TIC, para que el estudiante pueda aprovechar mejor el tiempo de realización de la práctica, entender los objetivos y afianzar los conceptos que se van a utilizar durante la misma, y tener claridad en los cálculos que se deben realizar?

A lo largo del documento se encuentra la metodología implementada para el diseño y creación de dicha herramienta seguida de una evaluación de este recurso mediante una prueba

piloto que permitirá conocer los posibles errores que se puedan presentar y de esta manera corregirlos, obteniendo un objeto virtual de aprendizaje como recurso audiovisual educativo que puede ser consultado en cualquier momento, y que contiene información en un formato didáctico, que permita a los alumnos complementar su proceso de aprendizaje y formación en la asignatura.

1. Objetivos

1.1 Objetivo general

Desarrollar una herramienta de aprendizaje basada en las tecnologías de información y comunicación (TIC) para mejorar el reconocimiento previo de la práctica reactor electroquímico en la asignatura Laboratorio de Procesos II de la Escuela de Ingeniería Química.

1.2 Objetivos específicos

Identificar las limitaciones actuales del manual existente de la práctica reactor electroquímico.

Diagnosticar las competencias de ingreso de los estudiantes que van a realizar la práctica reactor electroquímico.

Implementar una herramienta didáctica virtual basada en las TIC que permita efectuar el reconocimiento de los principios de funcionamiento, metodología y análisis de resultados de la práctica reactor electroquímico.

2. Marco conceptual

Los recursos didácticos son aquellos materiales o herramientas que tienen utilidad en un proceso educativo. A nivel general puede decirse que estos recursos aportan información, sirven para poner en práctica lo aprendido y, en ocasiones, hasta se constituyen como guías para los alumnos. Es importante resaltar que los recursos didácticos no solo facilitan la tarea del docente, sino que también vuelven más accesible el proceso de aprendizaje para el alumno, ya que permite que el primero le presente los conocimientos de una manera más cercana y menos abstracta. El diseño de medios didácticos encaminados a recurso virtual requiere de una reordenación de la información disponible y la incorporación de las TIC, pero en coherencia con el sistema de toma de decisiones, característica de la comunicación, necesitado de la fluidez que sustituya o compense la interacción presencial.

El término Tecnologías de la Información y Comunicación (TIC) incluye aquellos medios tecnológicos informáticos y de telecomunicaciones, orientados a favorecer los procesos de información y comunicación aplicados a la enseñanza, los cuales han contribuido a facilitar procesos de creación de contenidos multimedia, escenarios de teleformación y entornos colaborativos (Congreso de la república, 2009).

El empleo de medios y recursos didácticos requiere explicitar el modelo de construcción e integración de estos y el proceso de diseño y adecuación de la presentación del contenido instructivo mediante la programación de unidades didácticas (Medina, Domínguez & Sánchez, 2008). Los recursos didácticos cumplen, entre otras, las siguientes funciones:

- Conectar los procesos educativos con las tecnologías de la información y la comunicación.
- Facilitar las prácticas y el estudio complementario al modelo presencial.

Donde las fases del diseño instruccional implican la especificación de distintos elementos clave como son los objetivos competenciales, los contenidos, la metodología, las actividades, los recursos y la evaluación. Un diseño adecuado de cada uno de estos elementos es un aspecto clave en el proceso de enseñanza-aprendizaje:

2.1 Objetivos competenciales: Delimita los resultados de aprendizaje en términos de competencias generales y específicas implicadas en la formación.

2.2 Contenidos: Desarrolla los contenidos tanto en formato tradicional (guías, textos, etc.) como digital (plataforma, foros, etc.) incorporando ejemplificaciones de los contenidos conceptuales, procedimentales y actitudinales que se requieren para la aplicación de los conocimientos a contextos reales.

2.3 Metodología: Selecciona las estrategias metodológicas que impliquen la participación y creatividad de los estudiantes a lo largo del proceso didáctico.

2.4 Actividades: Plantea actividades y tareas de distinto tipo que permitan reforzar los contenidos y su aplicación en diversas situaciones.

2.5 Recursos: Los recursos didácticos tradicionales y basados en las TIC han de contribuir al proceso de indagación de los estudiantes para cubrir los objetivos educativos de nivel superior. La web ofrece espacios de trabajo individual (sitios web, ...) y colaborativo (campus virtual, blogs, etc.) para trabajar sobre los contenidos y actividades.

2.6 Evaluación: Diseño de mecanismos de diagnóstico, seguimiento y certificación de los

objetivos competenciales alcanzados. El e-Portafolio ofrece una estrategia de evaluación continua, recopilando y comentando los logros alcanzados (Cacheiro, 2011).

Por todo lo anterior y con el conocimiento de que el laboratorio de química es el lugar donde se comprueba la validez de los principios químicos, es fundamental para ello contar con el material adecuado de fundamentos y realizar análisis químicos confiables. Este primer aspecto implica, entre otras cosas, que se tengan claros los conceptos antes de realizar la práctica experimental (o el proceso a realizar en el laboratorio), así como un reconocimiento previo que permita recordar los conceptos y cálculos necesarios que se van a utilizar durante la práctica de laboratorio.

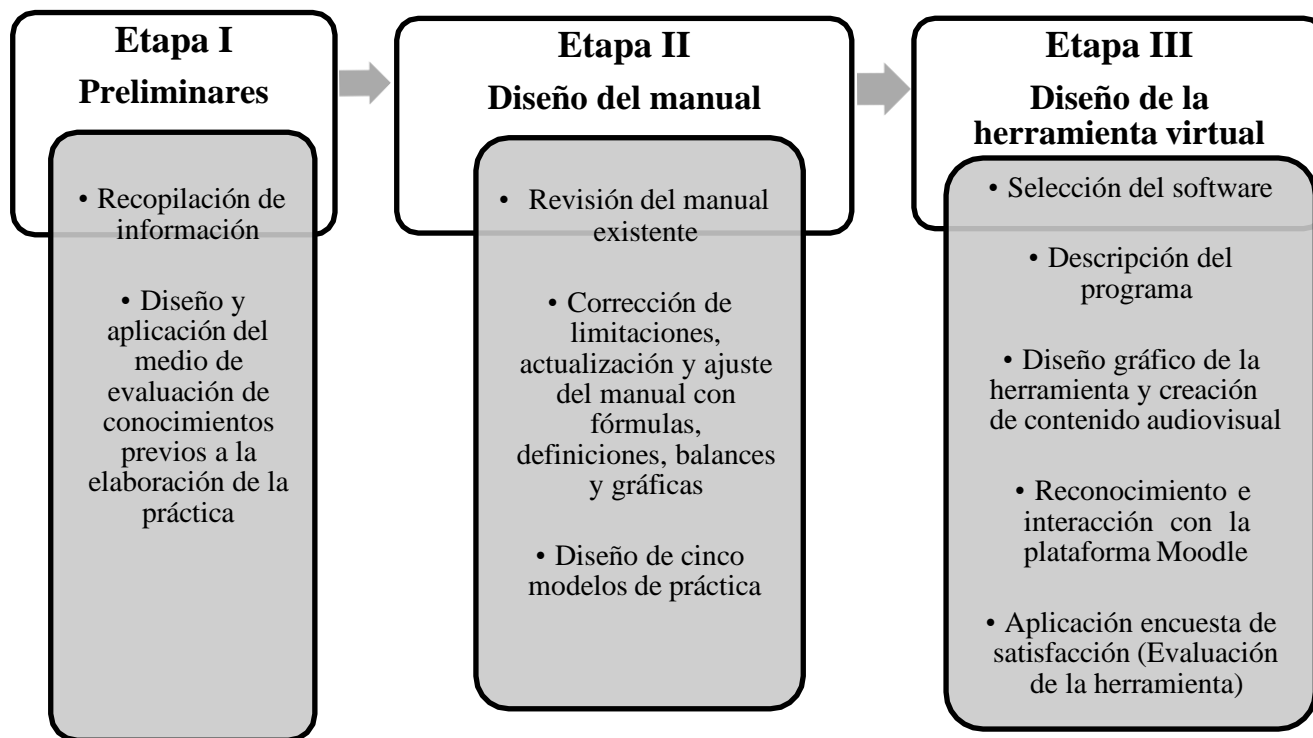
3. Metodología

En este capítulo se describe la metodología empleada para el desarrollo y puesta en marcha de un objeto de aprendizaje enfocado en la mejora del reconocimiento y desarrollo de la práctica reactor electroquímico en la asignatura Laboratorio de Procesos II.

En la figura [1], se muestra una descripción global de las etapas secuenciales y actividades realizadas para el desarrollo de la herramienta virtual.

Figura 1

Etapas de la descripción metodológica



3.1 Recopilación de información

Mediante guías existentes en el laboratorio, artículos, revistas de investigación, tesis y libros, se realizó la recolección de información sobre reactores electroquímicos, así como los fundamentos necesarios para el desarrollo de la práctica.

3.2 Medio de evaluación de conocimientos

Con el propósito de evaluar los conocimientos que deben tener los estudiantes próximos a realizar la práctica reactor electroquímico, se diseñó un cuestionario para que los docentes encargados de la asignatura Laboratorio de Procesos II evalúen el reconocimiento de la práctica previo a la realización de esta, evidenciando si la información suministrada es útil para complementar el proceso de aprendizaje de los estudiantes, mejorando la preparación al momento de ejecutarla, así como el análisis de los datos obtenidos para la elaboración del correspondiente informe. Estas preguntas serán aplicadas por el docente antes de la elaboración de la práctica experimental en el laboratorio.

3.3 Diseño del manual

Para el diseño final del manual del equipo se realizó la revisión del manual existente y se verificó la información contenida en este con el fin de corregir sus limitaciones, falencias y actualizar las competencias que éste brindaba, permitiendo tener un manual con información más clara, con ecuaciones, balances, ejemplificaciones, entre otros.

Así mismo, se diseñaron cinco modelos de práctica con los cuales se pudiera analizar el comportamiento de las diferentes variables presentes y sus respectivos efectos en el proceso

reactivo.

3.4 Diseño de la herramienta virtual

3.4.1 Selección del software

Se seleccionó el programa en base a que ofreciera la posibilidad de presentar contenidos digitales, interactividad y animación, innovación, fácil manejo y acceso a la herramienta educacional, así como la posibilidad de alojar variedad de recursos didácticos como: videos, audio, animaciones, documentos interactivos, entre otros. Así mismo, se apreció la facilidad de modificación ya que este es independiente, permitiendo su modificación mientras el programa base es trabajado para su mejora continua.

3.4.2 Descripción del programa

La herramienta utilizada para el desarrollo del Objeto virtual de aprendizaje (OVA) fue Genially, ya que este software en línea permite crear contenidos animados e interactivos, presentaciones, imágenes, informes, alojar documentos, videos, etc. Para utilizar este software se generó una cuenta con perfil de estudiante en plan gratuito, el cual brinda ventajas como: creaciones y visualizaciones ilimitadas, trabajos colaborativos y plantillas gratis.

En este programa se diseñó la estructura gráfica de la interfaz, los personajes, los objetos y demás elementos gráficos que aparecen registrados en el OVA.

3.4.3 Diseño gráfico de la herramienta y creación de contenido audiovisual

Se planteó toda la estructura, temas y paleta de colores del objeto virtual de aprendizaje (OVA) pensando en crear un entorno fresco y ligero que fomente el interés del estudiante y facilite su proceso de comprensión de los temas contenidos en la herramienta. Posteriormente, se incluyó

la información bibliográfica recolectada y finalmente se ajustaron las animaciones, recursos audiovisuales y documentos en PDF que complementarían el ambiente virtual de aprendizaje. Para ello fue necesario asistir al Laboratorio de Procesos de la Escuela de Ingeniería Química para realizar las tomas fotográficas del equipo y sus principales componentes, así como para la creación del video donde se explica su funcionamiento, a su vez enriqueciendo diferentes secciones del objeto virtual de aprendizaje, de manera que el usuario tenga una visión más cercana del reactor electroquímico y la forma en que se opera.

La herramienta pedagógica permite revisar todos los conceptos necesarios para realizar el debido reconocimiento y desarrollo de la práctica reactor electroquímico. Se estableció que el contenido de la herramienta virtual está conformado por 5 ítems principales los cuales son: generalidades, objetivos, fundamentos, materiales y reactivos, descripción del equipo y desarrollo experimental. Asimismo, dentro de estas secciones se incluyeron otros aspectos relevantes tales como procedimiento de operación, normas de seguridad, elementos de protección personal, manual del equipo y video explicativo del manejo del reactor. De este modo, la información plasmada en la página detalla los fundamentos del proceso químico involucrado, así como el funcionamiento del equipo.

3.4.4 Reconocimiento e interacción con la plataforma Moodle

Para la interacción con la plataforma Moodle se realizó el “Curso de Formación Docente para la Enseñanza Apoyada con TIC Proyecto de grado Ingeniería Química” en el Centro para el Desarrollo de la Docencia en la UISCEDEDUIS, el cual tenía una duración de 60 horas y su contenido iba dirigido hacia el desarrollo de cuatro módulos:

- Enseñanza apoyada con tic a partir de los principios fundantes del modelo pedagógico

Institucional.

- Planeación de la enseñanza apoyada con tic desde los planes de asignatura
- Evaluación del aprendizaje en la enseñanza apoyada con TICs.
- Herramientas TIC para la enseñanza.

Este curso tenía como propósito orientar la realización de los procesos de enseñanza con el apoyo de tecnologías de la información y la comunicación, a través de un Aula Virtual de Aprendizaje (UIS, 2020). Además, permitió desarrollar competencias de Ser, Saber y Hacer, para comprender el alcance y el valor de la formación docente logrando así la misión formativa y finalmente incorporar recursos tecnológicos en los procesos formativos.

De esta manera se hizo un reconocimiento e interacción con la página de Moodle de la Universidad Industrial de Santander para poder implementar el objeto virtual de aprendizaje (OVA) aplicando todos los conocimientos y competencias adquiridos en el curso (ver *Anexo A*).

3.4.5 Evaluación de la herramienta

Se realizó una prueba piloto con los estudiantes que están cursado la asignatura Laboratorio de Procesos II durante el semestre 2021-II, para asegurar su buen funcionamiento y que el contenido propuesto en la página sea revisado por los estudiantes antes, durante y después de la práctica. Para ello se les habilitó el OVA a los estudiantes en el curso de Moodle para su revisión, y posteriormente se les envió una encuesta en Google Forms, la cual consta de siete preguntas que tienen como propósito conocer la opinión que tienen los estudiantes respecto al contenido, navegación, ambiente, organización, redacción, ortografía y presentación de los recursos audiovisuales entre otras cosas.

Así mismo, con las respuestas se lograron identificar las falencias y virtudes que posee la herramienta virtual y de esta manera realizar los ajustes pertinentes que los estudiantes sugirieron.

4. Resultados

4.1 Creación de un banco de preguntas

El diseño de las preguntas se basó en la elaboración de un sistema de evaluación dividido en dos cuestionarios: un primer cuestionario compuesto de diez preguntas que permitan evaluar los presaberes a la práctica después de que los estudiantes hicieran el recorrido por el OVA para así corroborar si el grupo de trabajo realizó el respectivo reconocimiento con la ayuda de la herramienta virtual (Ver *Anexo B*); así como un segundo cuestionario compuesto de siete preguntas que permitieran realizar una valoración sobre la herramienta virtual, evaluar su pertinencia o falencias, así como las opiniones de los estudiantes sobre la experiencia (Ver *Anexo C*). Tanto la herramienta como las preguntas fueron subidas a la plataforma MOODLE por parte de los docentes encargados de la asignatura para que los estudiantes interactuaran con la herramienta y respondieran los cuestionarios.

4.2 Ajuste y reestructuración del manual

En las *Figura 2, 3, 4 y 5* se muestra el diseño existente del manual de la práctica. Este documento carece de información clara y precisa, tiene un marco teórico que no supe a fondo las necesidades teóricas para la ejecución de la práctica, un diagrama general del proceso falto de innovación, sin incluir las normas de seguridad, así como falta información sobre la cinética de la

reacción que conlleva a un error en la temperatura de operación.

Figura 2

Diseño inicial del manual de la práctica reactor electroquímico (Introducción)

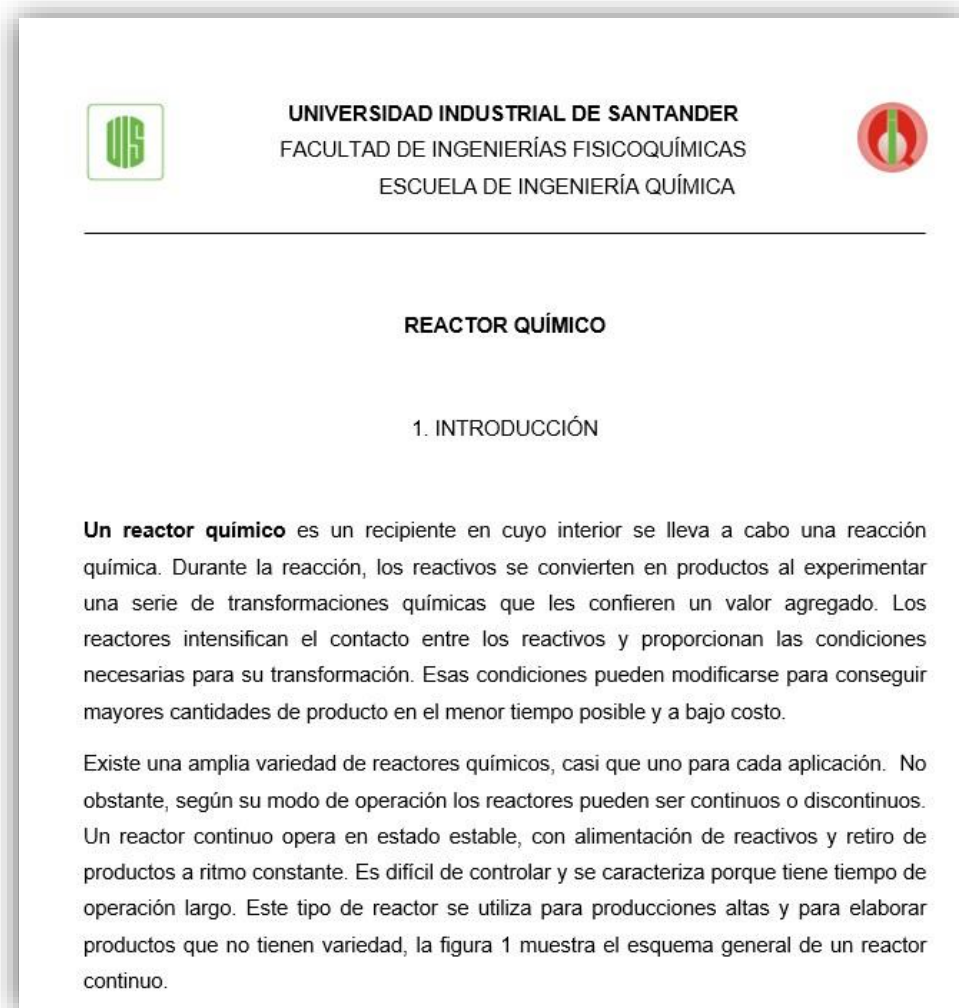


Figura 3

Diseño inicial del manual de la práctica reactor electroquímico (Reactor continuo)

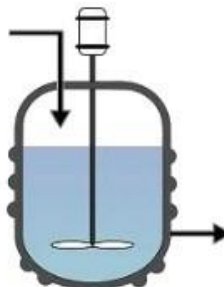


Figura 1. Reactor continuo.

A diferencia del reactor continuo, un reactor discontinuo no opera en estado estable ni con alimentación o retiro constante. En este caso, los reactivos se cargan y una vez ha transcurrido el tiempo necesario para alcanzar la conversión deseada, se retira el contenido y se cargan nuevos reactivos. Un reactor discontinuo o batch tiene tiempo de operación corto comparado con el tiempo de operación de un reactor continuo y además, no requiere de muchos medidores por lo que resulta fácil de controlar. Generalmente, se usa para producciones bajas y para fabricar productos que tienen variedad, la figura 2 muestra el diagrama básico de un reactor batch. Usualmente ambos reactores constan de un agitador que fomenta el contacto entre los reactivos y homogeniza las propiedades al interior del reactor.

Figura 4

Diseño inicial del manual de la práctica reactor electroquímico (Diagrama general del proceso)

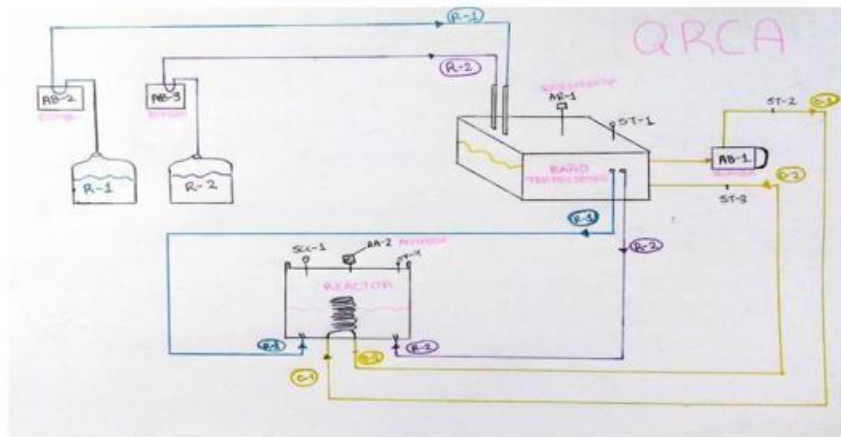


Figura 3. Diagrama general del proceso.

6. PRACTICAS

6.1. PRACTICA 1. DETERMINACIÓN DE LAS CONDUCTIVIDADES IÓNICAS

6.1.1 OBJETIVOS

- Medir y analizar las conductividades del acetato de etilo y del hidróxido de sodio a diferentes temperaturas.
- Determinar el comportamiento de la conductividad en función de la variación de la temperatura.

Figura 5

Diseño inicial del manual de la práctica reactor electroquímico (Materiales y equipo)

6.1.2 MATERIALES Y EQUIPO

- o 1 L de solución de acetato de etilo 0.01 M.
- o 1 L de solución de hidróxido de sodio 0.01 M.
- o Conjunto reactor-unidad base.
- o Conductímetro.

6.1.3 PROCEDIMIENTO

1. Prepare en la cabina 1 L de solución de acetato de etilo 0.01 M y 1 L de solución de hidróxido de sodio 0.01 M.
2. Seleccione el modo de operación del reactor. El reactor puede trabajar en continuo o en discontinuo. Para esta práctica se trabajará un reactor en continuo (QRDC) abierto a la atmósfera.
3. Encienda el panel de control con el interruptor rojo.
4. Introduzca 1 L de hidróxido de sodio en el recipiente de la izquierda.
5. Conecte el depósito con su respectiva tubería blanca.
6. Acople el conductímetro al reactor y oprima POWER-RECORD.
7. Encienda la bomba correspondiente para introducir la solución en el reactor y permita que la solución ingrese hasta que alcance el nivel del conductímetro.
8. Oprima el interruptor verde en el panel de control para encender el circuito de termostatación y seleccione 35°C como temperatura de trabajo.
9. Encienda el sistema de agitación para acelerar la homogeneización de la temperatura.

Por todo lo anterior, el manual fue reestructurado con nueva información que incluye balances de masa, normas de seguridad, imágenes, un video ilustrativo, un diagrama del proceso mejorado, tablas y fórmulas en un formato más ligero y didáctico para lograr capturar la atención del lector y hacer que el proceso de aprendizaje sea más agradable (ver **Figura 6, 7, 8 y 9**).

Figura 6

Diseño del nuevo manual para la práctica reactor electroquímico (Modelo de la velocidad de reacción)

$$\ln\left(\frac{C_A}{C_{A0}}\right) = k_A t \quad (\text{Ecuación 16})$$

Para una reacción de primer orden C_A decrece exponencialmente con el tiempo.

- Modelo de la velocidad de reacción**

Se define la velocidad de reacción de una especie como el cambio en el número de moles, debido a la reacción, de un reactante o producto, por unidad de tiempo y volumen de la mezcla de la reacción. Por tanto, la ecuación cinética que gobierna la reacción es una ecuación diferencial que da las velocidades de variación de las concentraciones de las especies que reaccionan.

$$r = \frac{dC_A}{dt} \quad (\text{Ecuación 17})$$

Donde:

r = Velocidad de una reacción química [Molar/tiempo]
 C_A = Concentración [moles/litro]
 t = tiempo [s], [min], [hr]

Método de la velocidad inicial

La aplicación de métodos estadísticos para ajustar curvas de concentración contra tiempo en la cinética química es innovadora. Experiencias anteriores en cálculos de órdenes de reacción a partir del método diferencial e integral, así como en el cálculo en volúmenes molares parciales han demostrado que la aplicación de regresiones matemáticas mejora los resultados.

El método elegido para la determinación de las ecuaciones cinéticas es el **método de la velocidad inicial**. En él se mide la velocidad inicial r_0 para varios experimentos, variando cada vez la concentración inicial de un reactivo. Inicialmente se medirá r_0 para dos concentraciones de A diferentes $[A]_{0,1}$ y $[A]_{0,2}$, mientras que se mantiene constante $[B]_0$.

Para una reacción de este tipo $a + b \rightarrow c$, la ecuación de la velocidad será:

$$v = k[A]^\alpha \cdot [B]^\beta \quad (\text{Ecuación 18})$$

Donde k es la llamada constante cinética (que depende del tipo de reacción y de la temperatura), α y β son los órdenes parciales de la reacción respecto de A y de B. En el laboratorio, la velocidad de una reacción se calcula midiendo la concentración de alguna de las sustancias intervinientes en diferentes tiempos. Una vez llevados los valores a una gráfica, podemos calcular la pendiente de la tangente en diferentes puntos como se muestra en el siguiente ejemplo:

Figura 7

Diseño del nuevo manual para la práctica reactor electroquímico (Factores que influyen en la velocidad de reacción)

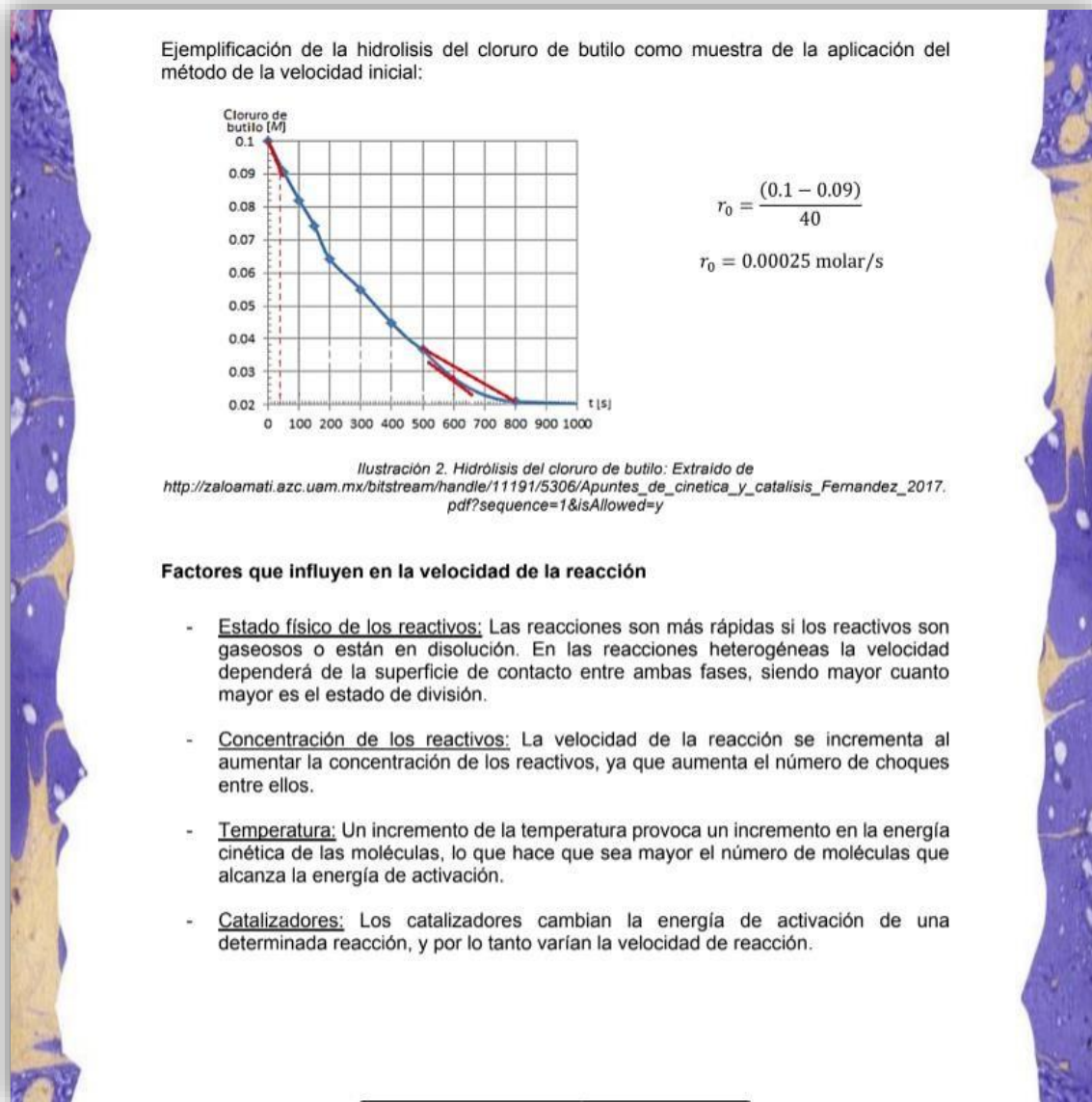
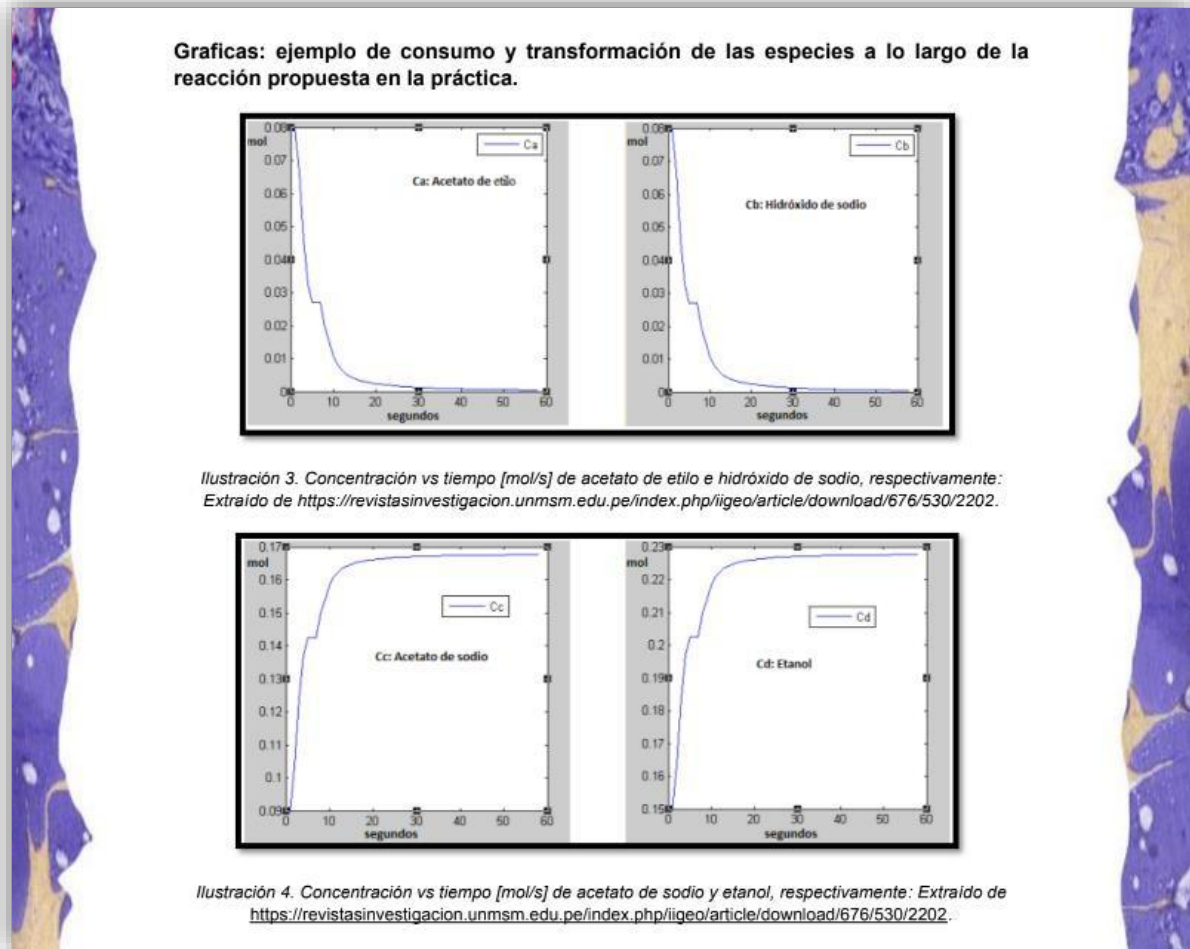


Figura 8

Diseño del nuevo manual para la práctica reactor electroquímico (Ejemplos de consumo y transformación de las especies a lo largo de la reacción propuesta en la práctica)

**Figura 9**

Diseño del nuevo manual para la práctica reactor electroquímico (Conductividad de reacción)

El mecanismo más aceptado para la hidrólisis catalizada por bases es de adición-eliminación. Midiendo la conductividad del sistema a distintos intervalos de tiempo se podrá conocer las concentraciones existentes de productos y reactivos. La conductividad del sistema disminuirá con el tiempo, pues van desapareciendo iones OH^- y formándose iones R-COO^- de menor movilidad iónica. Según la ley de Kohlraush de la migración independiente de iones, la conductividad específica k de una disolución de "i" especies iónicas distintas es la suma de las conductividades específicas k_i de dichas especies iónicas, y ya que la conductividad específica es el producto de la conductividad equivalente Λ_i por la concentración C_i (eq. g/cm³), se tiene:

$$k = \sum_i k_i = \sum_i \Lambda_i C_i \quad [\Omega^{-1} \text{cm}^{-1}] \quad (\text{Ecuación 19})$$

Conductividad del sistema.

La conductividad específica del proceso será debida solo a la base

$$k_{t=0} = (\lambda_{\text{Na}^+} + \lambda_{\text{OH}^-}) * C_{\text{B}0} * 10^{-3} \quad [\Omega^{-1} \text{cm}^{-1}] \quad (\text{Ecuación 20})$$

Conductividad Específica.

La conductividad específica de la disolución, al cabo de un tiempo "t" será:

$$k_{t=t} = (\lambda_{\text{Na}^+} * C_{\text{B}0} + \lambda_{\text{OH}^-} (C_{\text{B}0} - C_A) + \lambda_{\text{R}^-} * C_A) * 10^{-3} \quad [\Omega^{-1} \text{cm}^{-1}] \quad (\text{Ecuación 21})$$

Conductividad específica a través del tiempo.

En las dos ecuaciones anteriores λ_{OH^-} y λ_{Na^+} son las conductividades iónicas de las especies OH^- y Na^+ , $C_{\text{B}0}$ la concentración inicial de sosa, C_A la concentración de éster a tiempo t. reordenando las ecuaciones las dos ecuaciones anteriores se obtiene:

$$C_A = \frac{(k_{t=0} - k_{t=t}) * 10^3}{(\lambda_{\text{OH}^-} - \lambda_{\text{R}^-})} \quad \left[\frac{\Omega^{-1} \text{cm}^{-1}}{\text{eq}} \cdot g \right] \quad (\text{Ecuación 22})$$

Concentración de Éster.

Tomando que las concentraciones iniciales de ambas disoluciones sean iguales para que se cumpla $C_{\text{A}0} = C_{\text{B}0} = C_0$ para llegar a la siguiente expresión:

$$(\lambda_{\text{OH}^-} - \lambda_{\text{R}^-}) = \frac{(k_{t=0} - k_{t=t}) * 10^3}{C_0} \quad \left[\text{eq.} \frac{g}{l} \right] \quad (\text{Ecuación 23})$$

Conductímetro

Su unidad de medida es el Siemens, S. El aparato medirá la resistencia eléctrica R para una disolución patrón de conductividad conocida. Por tanto, por la conductividad molar, el número de portadores de carga por unidad de volumen aumenta normalmente al aumentar

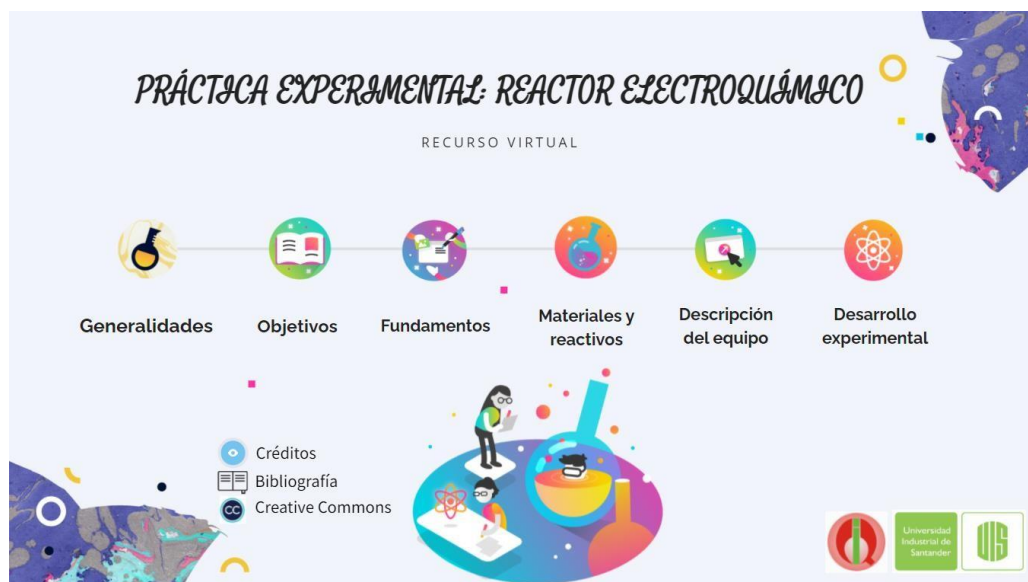
4.3 Desarrollo herramienta virtual de aprendizaje

La herramienta desarrollada, que se puede encontrar en el siguiente enlace: <https://view.genial.ly/61f5cd0ef29dc90018b4f4ea/interactive-content-r1-original-reactor-electroquimico>, contiene como preludeo un mensaje para el estudiante donde se resume brevemente para qué sirve el OVA, seguidamente se encuentra la página de inicio compuesta por

seis capítulos principales: Generalidades, Objetivos, Fundamentos, Materiales y reactivos, Descripción del equipo y Desarrollo experimental, tal como se puede apreciar en la **Figura 10**. El primer y tercer capítulo, como sus nombres lo indican, abarcan generalidades y fundamentos del proceso químico que se dan en la práctica y del equipo, exponiendo temas como: tipos de reactores electroquímicos, así como en qué tipo de industria son más usados; además de fundamentos de cinética incluyendo el método de cálculo de la velocidad inicial para la reacción trabajada.

Figura 10

Página de inicio del objeto virtual de aprendizaje



En el capítulo Descripción del equipo se encuentran la imagen real del reactor electroquímico y cada una de sus partes, así como dos documentos de apoyo que contienen el diagrama del proceso y la descripción del funcionamiento general del equipo y su ilustración (ver **Figura 11**). Estas imágenes sirven para enriquecer la herramienta virtual y para que los estudiantes se familiaricen con el equipo.

Figura 11

Sección descripción del equipo



Por otro lado, la sección Desarrollo experimental contiene un video con la ilustración del procedimiento general para el correcto manejo del reactor electroquímico y así facilitar la identificación de los diferentes elementos que lo componen. Añadido a esto, se encuentra el diseño de prácticas para el registro de datos y cálculos, el manual del equipo y un enlace que redirige a un simulador con el cual el estudiante podrá visualizar el carácter experimental y vivencial de la sesión a realizar observando todo el comportamiento del estudio de una reacción cinética en un reactor discontinuo.

Los gráficos e ilustraciones empleados en el diseño de la interfaz se obtuvieron de bases de datos de iconos gratuitos referenciando a sus creadores en la bibliografía, ubicada en la parte inferior derecha de la herramienta virtual. La visualización de cada una de las secciones que componen el objeto virtual de aprendizaje se encuentra en el *Anexo D*.

Es importante mencionar que la herramienta virtual se puede modificar e incluir en los

semestres posteriores para los cursos de Laboratorio De Procesos II.

4.4 Prueba Piloto

Se contó con la ayuda de dos docentes de la Escuela de Ingeniería Química que imparten la asignatura Laboratorio de procesos II, para la visualización de la herramienta virtual y la difusión de los cuestionarios a través de la plataforma Moodle en los cursos (G2, G3 y G5) habilitados en el semestre 2021-II.

Con esta prueba piloto se buscaba determinar la comprensión de la parte teórica contenida en esta sección por parte de los estudiantes, así como su percepción respecto al manejo del objeto virtual de aprendizaje (OVA), la información presentada en este, la utilidad de los recursos gráficos al realizar el reconocimiento y sus opiniones de la interfaz interactiva. Esta información se recolectó por medio de un cuestionario y una encuesta de satisfacción que permitió evaluar y corregir las diferentes falencias que se pudieran encontrar. A continuación, se presentan los resultados de esta valoración:

4.5 Análisis de los medios de evaluación

El cuestionario de evaluación de pre saberes y la encuesta de satisfacción fueron aplicados a 30 estudiantes de la escuela de Ingeniería Química que se encontraban cursando la asignatura Laboratorio de Procesos II para el periodo académico 2021-II.

Inicialmente, se aplicó el cuestionario de presaberes a la práctica luego de que los estudiantes hicieran la navegación sobre la herramienta virtual y leyeran el manual reestructurado.

La primera pregunta se realizó con el fin de determinar si los estudiantes identificaron

inicialmente el objetivo de la práctica que iban a realizar. En la **figura 12**, se observa que el 100% de los estudiantes tienen una idea exacta del objetivo primordial de la práctica.

Figura 12

Estudiantes que realizaron la identificación del objeto de la práctica

A. Según el manual, el objetivo de la práctica es:



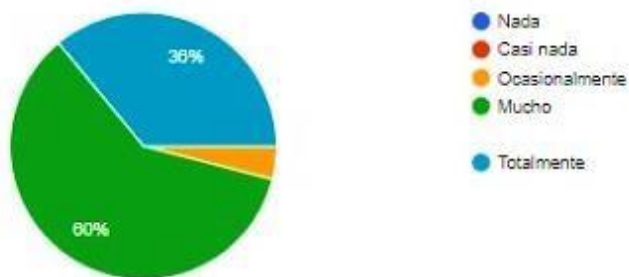
Seguidamente, se realizó una encuesta de satisfacción a los estudiantes para indagar sus opiniones sobre el objeto virtual de aprendizaje, saber qué tan eficaz les resultó esta estrategia pedagógica, su influencia en el ciclo investigativo que debían llevar antes y después de realizar la práctica y si concibieron que esto les ayudó a obtener competencias orientadas al logro de una mayor autonomía.

En la **figura 13** se observa que hay una gran aceptación de la herramienta virtual, la cual permite a los estudiantes entender el entorno real del laboratorio, donde el 60% de los encuestados considera que el objeto virtual de aprendizaje se acercó mucho al entorno real de la práctica, un 36% lo considera totalmente ajustado y solo un 4% considera que ocasionalmente encontró un acercamiento.

Figura 13

Resultados del acercamiento del OVA al entorno real del laboratorio

A. ¿La herramienta virtual permitió entender el entorno real del laboratorio?

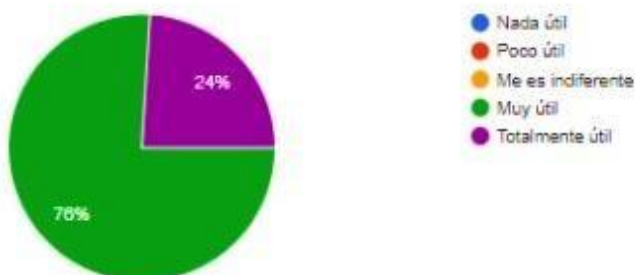


Posteriormente, se les consultó que tan útil fueron la teoría y el procedimiento suministrados por la herramienta virtual para entender la práctica que iban a realizar. En este sentido, se encontró que el 76% de los estudiantes lo encontró muy útil y el 24% totalmente útil (ver **Figura 14**), esto indica que hay una gran posibilidad de romper la barrera de limitaciones actuales, permitiendo acceder con facilidad a una gran variedad de herramientas a través de una interfaz interactiva a pesar del concepto de espacio físico.

Figura 14

Resultados de la utilidad de la información propuesta en la herramienta

B. ¿Encontró que la teoría y el procedimiento eran útiles para entender la práctica que va a realizar?



Ahora bien, debido a la situación sanitaria que la comunidad debió enfrentar, en la cual se observó la necesidad de buscar otros medios para impartir formación además de los espacios físicos, se preguntó a los estudiantes qué tan desafiante consideraron realizar un experimento a través de un laboratorio virtual (navegando en la herramienta) frente a ejecutarlo en un laboratorio real (ver **Figura 15**). Los resultados muestran que solo el 20% y el 8% de los estudiantes encontraron muy útil o totalmente útil, respectivamente, el uso de laboratorios virtuales, lo que permite afirmar que, si bien una herramienta virtual es de gran ayuda para el reconocimiento a priori de una práctica de laboratorio, igualmente será necesario el reconocimiento en el espacio físico para abordar correctamente la ejecución de la práctica.

Figura 15

Desafío que presentan para los estudiantes los experimentos a través de laboratorios virtuales.



En este ítem, se indagó sobre si los estudiantes se sentían a gusto manejando la plataforma y qué problemas o dificultades enfrentaron a la hora de navegar en la herramienta virtual con el fin de mejorar el contenido del OVA. En la **Tabla 1**, se observan algunas de las opiniones dadas por los encuestados a esta pregunta.

Tabla 1

Opiniones de los estudiantes al interrogante

Ninguno, la herramienta funciona realmente bien.
No se me presentó dificultad. Pero sí se debe asegurar buena conexión a la red.
La información consignada en la herramienta virtual fue de bastante utilidad para poder entender el fundamento tanto teórico como práctico del experimento.
Creo que debería tener una opción de que se puede pasar a la siguiente página sin necesidad de volver al inicio.
No tuve ninguna dificultad a la hora de observar la parte teórica, me parece muy útil este tipo de herramientas porque en la actualidad si hay un poco de desactualización de las guías y el procedimiento no se sigue muchas veces tal cual está escrito.
A veces no cargaba de manera efectiva, pero tal vez por problemas de conexión.
Ningún problema.

A veces el servidor era muy lento.

Tuve problemas debido a que se colocaba muy lento mi computador.

Acorde a lo mostrado en la **Tabla 1**, se puede inferir que en general hubo una buena aceptación por parte del alumnado. Sin embargo, recalcan que se debe garantizar una buena conexión a internet.

También se hizo necesario consultar a los encuestados sobre qué les pareció más interesante de la herramienta virtual, ya que sus opiniones conducen a una estimación de sí, la estructura metodológica empleada para el OVA fue la correcta (ver **Tabla 2**).

Tabla 2

Respuestas a la productividad de la herramienta

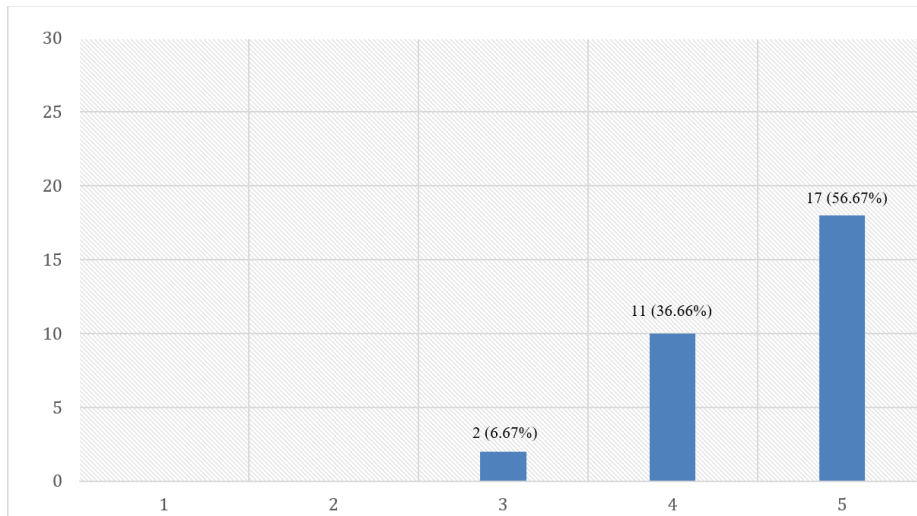
La versatilidad, lo intuitiva que es.
La organización, orden de los temas y su contenido.
La forma de distribución.
La continuidad en la que está diseñada es oportuna.
Que es clara, sencilla y resume bien todo.
Super chévere y ayuda mucho en caso de dificultades, no poder ir a laboratorio presencial, podríamos adquirir los conocimientos de forma virtual.
La organización de la información.
Es una herramienta super didáctica que ayuda al entendimiento de la práctica.
La manera didáctica y explicativa para generar el contexto del laboratorio.
Fue muy interactivo e interesante, ya que se explica de manera detallada todo el laboratorio.
Que se puede probar el simulador, adicionalmente la información se encuentra perfectamente organizada lo que permite entender el experimento gracias a la ruta establecida.
Aprendizaje de forma más didáctica, con profundización en el tema.
Sí estuvo muy interesante todo el contenido y estructura de la práctica.

El video explicativo fue interesante debido a que se evidencia la aplicación de todo lo teórico, por ende, hace más fácil el aprendizaje.
El contenido informativo y su gran animación.
Lo bien distribuida que estaba, el uso del video e imágenes reales del equipo del laboratorio.
Muy buena y con información realmente importante para el proceso
Tiene un interfaz muy práctico y fácil de trabajar.
La posibilidad de interactuar con diferentes íconos para conocer la información.

Finalmente, se les solicitó asignar una calificación al objeto virtual de aprendizaje para conocer el grado de satisfacción que tuvieron al momento de explorar esta herramienta (ver **Figura 16**), teniendo en cuenta una escala de uno a cinco, siendo (1) la menor y (5) la mayor calificación. De esta manera se observó que el 56.67% y el 36.66% dieron una calificación de 5 y 4 respectivamente, mientras que el 6.67% restante otorgo una puntuación de 3, manifestando así que la orientación virtual puede definirse como actividad complementaria fundamental para lograr un proceso de asimilación eficiente en la práctica de laboratorio.

Figura 16

Valoración de la herramienta virtual



5. Conclusiones

Con el presente trabajo se logra implementar un objeto virtual de aprendizaje (OVA), que permitirá fortalecer el reconocimiento previo de la práctica reactor electroquímico.

Dentro del entorno del OVA se deja a disposición de los estudiantes un nuevo manual, subsanando las falencias detectadas en el anterior y agregando algunas mejoras de este, haciéndolo más vistoso y llamativo.

Con el fin de diagnosticar si los estudiantes han hecho un buen reconocimiento de la práctica en el OVA se deja una autoevaluación para que el mismo estudiante se cuestione sobre la práctica que va a realizar.

Los datos analizados permitieron corroborar que es posible fortalecer las competencias que el estudiante requiere para la realización de la práctica, ya que propicia la creación de entornos de aprendizaje que estimulan la interacción y ritmos individuales de aprendizaje, llevando al desarrollo de habilidades técnicas y actitudinales en el estudiante impulsando así sus intereses profesionales.

El entorno participativo y constructivista en el que se enmarcó esta propuesta potencia la adquisición de competencias en el manejo de las tecnologías de la información y la comunicación (TIC), tan importantes hoy en día para la formación del estudiante, donde a su vez tienen la posibilidad de realizar actividades complementarias a la práctica, las cuales facilitan el trabajo de análisis de resultados porque proveen un panorama mucho más amplio del problema puntual que se estudiará en el laboratorio.

6. Recomendaciones

Se sugiere continuar el ciclo investigativo encaminado a la mejora de los instrumentos pedagógicos clásicos, aplicando las tecnologías de la información y la comunicación (TIC) como método de apoyo y una posible transición a otras formaciones profesionales.

A su vez, se invita al estudiantado al aprovechamiento de la herramienta virtual, ya que esta les permitirá tener un objetivo definido y, por tanto, una preparación previa.

Se insta a los docentes de la asignatura a utilizar la herramienta y subirla a MOODLE para que los estudiantes hagan el reconocimiento previo de la práctica.

Referencias bibliográficas

Cacheiro, M. (2011). Recursos educativos tic de información, colaboración y aprendizaje. Píxel-Bit. Revista de Medios y Educación, núm. 39, pp. 69-81. Universidad de Sevilla. Sevilla, España.

Cinética química de una reacción, concentración especie [B] vs tiempo: Extraído de <https://www.cartagena99.com/recursos/alumnos/apuntes/Apuntes%20Tema%202Velocidad%20Reaccion.pdf1>.

Concentración vs tiempo [mol/s] de acetato de sodio y etanol, respectivamente: Extraído de <https://revistasinvestigacion.unmsm.edu.pe/index.php/iigeo/article/download/676/530/2202>.

Congreso de la República. (2009). “Ley 1341 de 2009,” “Por la cual se definen principios y conceptos sobre la sociedad de la información de las tecnologías de la información y las comunicaciones-TIC-”.

Edibon. Manual de laboratorio de la unidad de REACTOR DISCONTINUO. Edibon QRD Reactor discontinuo manual Ed. 13, Madrid, España

Escuela Bharti de Telecomunicaciones, Instituto Indio de Tecnología de Delhi (20 de mayo de 2020). Process Control, Reaction Engineering and Unit Operations Lab. Virtual labs. <https://www.vlab.co.in/>.

Hidrólisis del cloruro de butilo: Extraído de http://zaloamati.azc.uam.mx/bitstream/handle/11191/5306/Apuntes_de_cinetica_y_catalisis_Fer

nandez_2017. pdf?sequence=1&isAllowed=y.

Medina, A., Domínguez, M.C. & Sánchez, C. (2008). Modelo de diseño de medios didácticos para el desarrollo de las competencias. Jornadas de Redes de Investigación en Docencia Universitaria. Recuperado de <http://www.eduonline.ua.es/jornadas2008/comunicaciones/2C5.pdf?PHPS ESSID=dac2667382ac08b6f39529bf0b9a8c4a>.

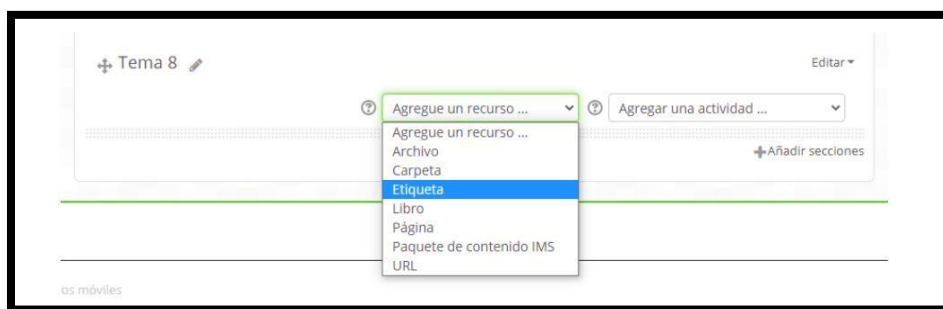
Apéndice

Apéndice A. Instructivo para subir la herramienta virtual a Moodle

Para subir la herramienta virtual a los cursos de laboratorio en Moodle es necesario tener el Código HTML del OVA, a continuación, se explicará que pasos se deben seguir. Inicialmente, se debe ingresar a la plataforma Moodle y buscar el curso de laboratorio que el docente haya habilitado previamente. En el curso, se debe crear una nueva sección, para posteriormente dirigirse a la pestaña de *agregar recurso* y seleccionar el de *etiqueta*.

Figura A1

Formato para incluir una etiqueta en Moodle



Al abrir la sección de etiqueta va a aparecer un recuadro donde hay que dar clip a la *barra de toggle*.

Figura A2

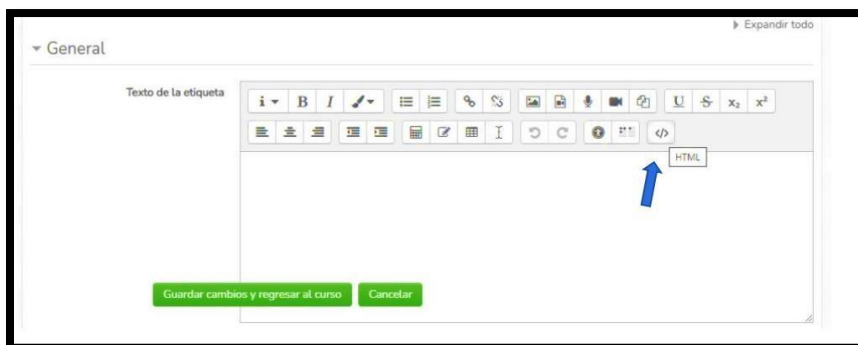
Formato general para incluir código HTML



La *barra de toggle* abrirá nuevas secciones en la cual se debe escoger el icono donde esté el siguiente símbolo `</>` el cual permite *editar el código HTML*.

Figura A3

Formato general para incluir código HTML



dar clip se debe pegar el siguiente código HTML:

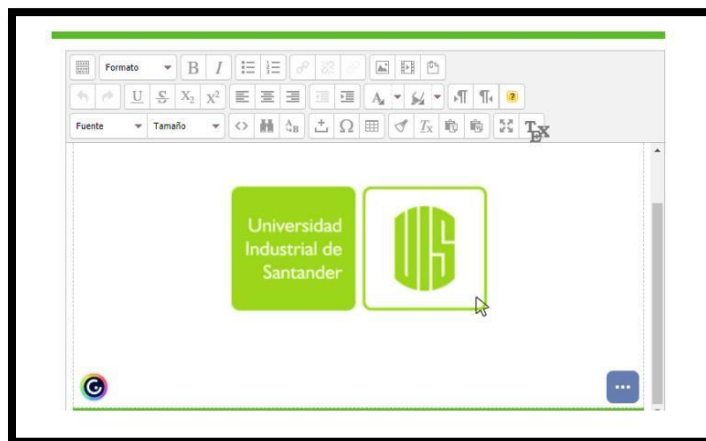
```
<div style="width: 100%;"><div style="position: relative; padding-bottom: 56.25%; padding-top: 0; height: 0;"><iframe frameborder="0" width="1200" height="675" style="position: absolute; top: 0; left: 0; width: 100%; height: 100%; "src="https://view.genial.ly/61f5cd0ef29dc90018b4f4ea/interactive-content-r1-original-reactor-electroquimico" type="text/html" allowscriptaccess="always" allowfullscreen="true" scrolling="yes" allownetworking="all"></iframe> </div> </div>
```

Finalmente, el código HTML se observará de la siguiente manera al ser procesado,

seguidamente se le debe dar en *Guardar cambios y regresar al curso*.

Figura A4

Vista de código HTML procesado por Moodle



Por consiguiente, cualquier persona que esté matriculado en dicho curso de Laboratorio de Procesos II podrá acceder al OVA.

Apéndice B. Preguntas para evaluar el grado de reconocimiento de los estudiantes.

A. Según el manual, el objetivo de la práctica es:

- Demostrar mediante el método de la velocidad inicial que la saponificación del acetato de etilo con hidróxido de sodio es una reacción de primer orden respecto al acetato de etilo.
- Determinar la influencia de la concentración del reactivo, el caudal de alimentación al reactor y la temperatura a la que es llevada la reacción para cada una de las disoluciones.
- Estudiar la velocidad de reacción de saponificación de acetato de etilo con hidróxido de sodio en un reactor electroquímico mediante el método de la velocidad inicial.

B. En la práctica de reactor electroquímico se realizará el cálculo para un reactor del tipo:

- Discontinuo
- Continuo
- Semicontinuo

C. El método elegido para la determinación de las ecuaciones cinéticas será:

- Método de la vida fraccionaria
- Método de los excesos
- Método de la velocidad inicial

D. Factores que influyen en la velocidad de reacción:

- Concentración de los reactivos y material del reactor
- Agitación
- Temperatura y agitación
- Estado físico y concentración de los reactivos, temperatura, catalizadores

E. ¿Cuál es la reacción química a trabajar en la práctica?

- Saponificación de octanoato de etilo con KOH
- Saponificación de butanoato de etilo con NaOH
- Saponificación de propanoato de metilo con KOH
- Saponificación de acetato de etilo con NaOH

F. ¿Qué variables se pueden modificar en la práctica?

- Temperatura y presión
- Presión y pH
- Concentración y presión
- Temperatura, presión y concentración

G. La unidad de medida para el conductímetro es:

- Amperios
- Ohmios
- Voltios
- Siemens

H. ¿Cuál es la Temperatura recomendada para la práctica reactor electroquímico?

- 23-27°C
- 28-32°C
- 25-35°C

I. Al momento de realizar la primera fase de la práctica, se recomienda trabajar primero con la solución de:

- NaOH, ya que es higroscópico
- Acetato de etilo, ya que es más volátil
- NaOH, ya que es más volátil

- Acetato de etilo, ya que es higroscópico

J. En el video explicativo se recomienda encender el sistema de agitación para:

Apéndice C. Evaluación de la herramienta.

Si ha llegado hasta acá es porque ha navegado con éxito sobre la herramienta virtual “Práctica Reactor Electroquímico”. Por favor, realice el siguiente cuestionario con el fin de dar a conocer sus opiniones sobre la experiencia.

Para la valoración de cada una de las declaraciones o ítems, se utiliza la escala de Likert, del 1 al 5, siendo el 1 la expresión de la mínima satisfacción y el 5 la máxima.

1. ¿La herramienta virtual permitió entender el entorno real del laboratorio?

- Nada
- Casi nada
- Ocasionalmente
- Mucho
- Totalmente

2. ¿Encontró que la teoría y el procedimiento eran útiles para entender la práctica que va a realizar?

- Nada útil

- Poco útil
 - Me es indiferente
 - Muy útil
 - Totalmente útil
3. ¿Qué tanta dificultad encontró al realizar los cálculos e interpretar los resultados de la simulación?
- Muy difícil
 - Difícil
 - Regular
 - Fácil
 - Muy fácil
4. ¿Cree que realizar experimentos a través de laboratorios virtuales es más desafiante que los experimentos reales?
- Nada
 - Casi nada
 - Ocasionalmente
 - Mucho
 - Totalmente

5. Por favor, mencione cualquier problema/dificultad que haya enfrentado mientras navegaba en la herramienta virtual. Nos ayudará a mejorar el contenido para sus próximas visitas.
6. ¿Qué le pareció más interesante de la herramienta virtual? Agradecemos sus comentarios para mejorar.
7. De uno a cinco, siendo (1) la menor calificación y (5) la mayor. ¿Con que calificación evaluaría la herramienta virtual?

Apéndice D. Presentación de las secciones de la herramienta virtual

A continuación, se presentan las secciones de la herramienta virtual

Figura D1

Introducción a la herramienta virtual de aprendizaje

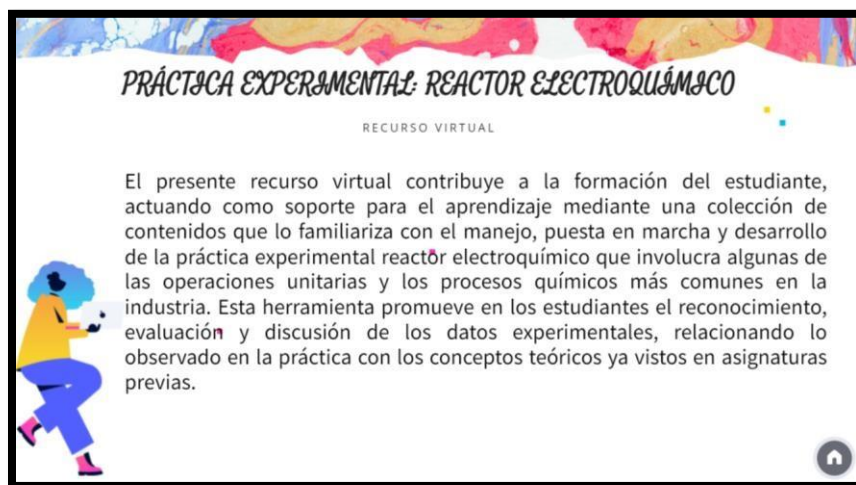
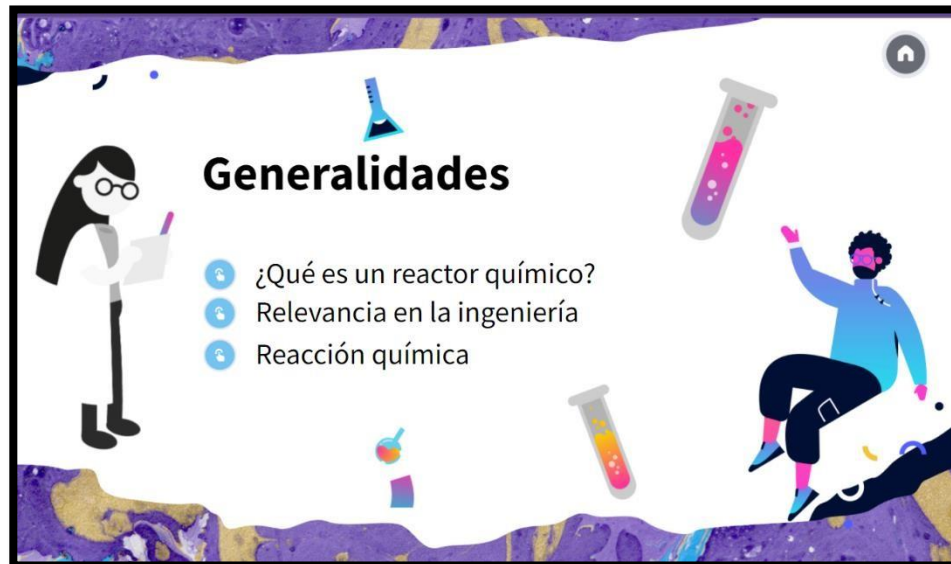


Figura D2

Página de inicio del objeto virtual de aprendizaje

**Figura D3**

Sección generalidades



**Figura D4**

Sección de objetivos para desarrollar la práctica


OBJETIVOS

Objetivo general

Estudiar la velocidad de reacción de saponificación de acetato de etilo con hidróxido de sodio en un reactor electroquímico mediante el método de la velocidad inicial.

Objetivos específicos

- Demostrar mediante el método de la velocidad inicial que la saponificación del acetato de etilo con hidróxido de sodio es una reacción de primer orden respecto al acetato de etilo.
- Determinar la influencia de la concentración del reactivo, el caudal de alimentación al reactor y la temperatura a la que es llevada la reacción para cada una de las disoluciones.
- Determinar la constante de velocidad de la reacción de saponificación para diferentes condiciones de temperatura y concentración de los reactivos.

**Figura D5**

Sección Materiales y reactivos



Dentro de la sección utensilios e indumentaria se encuentran especificadas las condiciones con las que deben cumplir los atuendos a usar en el laboratorio.

Figura D6

Sección utensilios e indumentaria

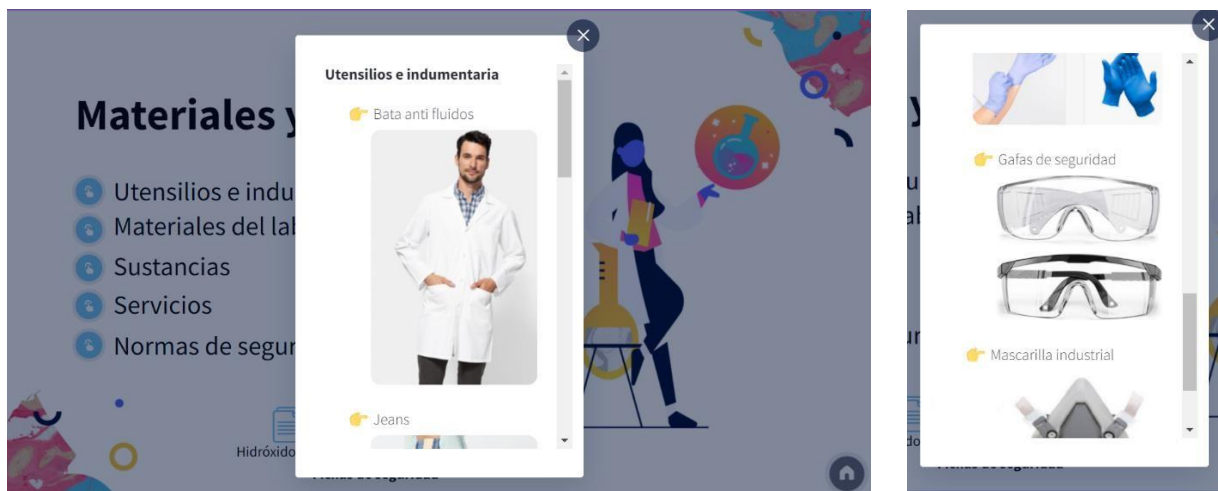
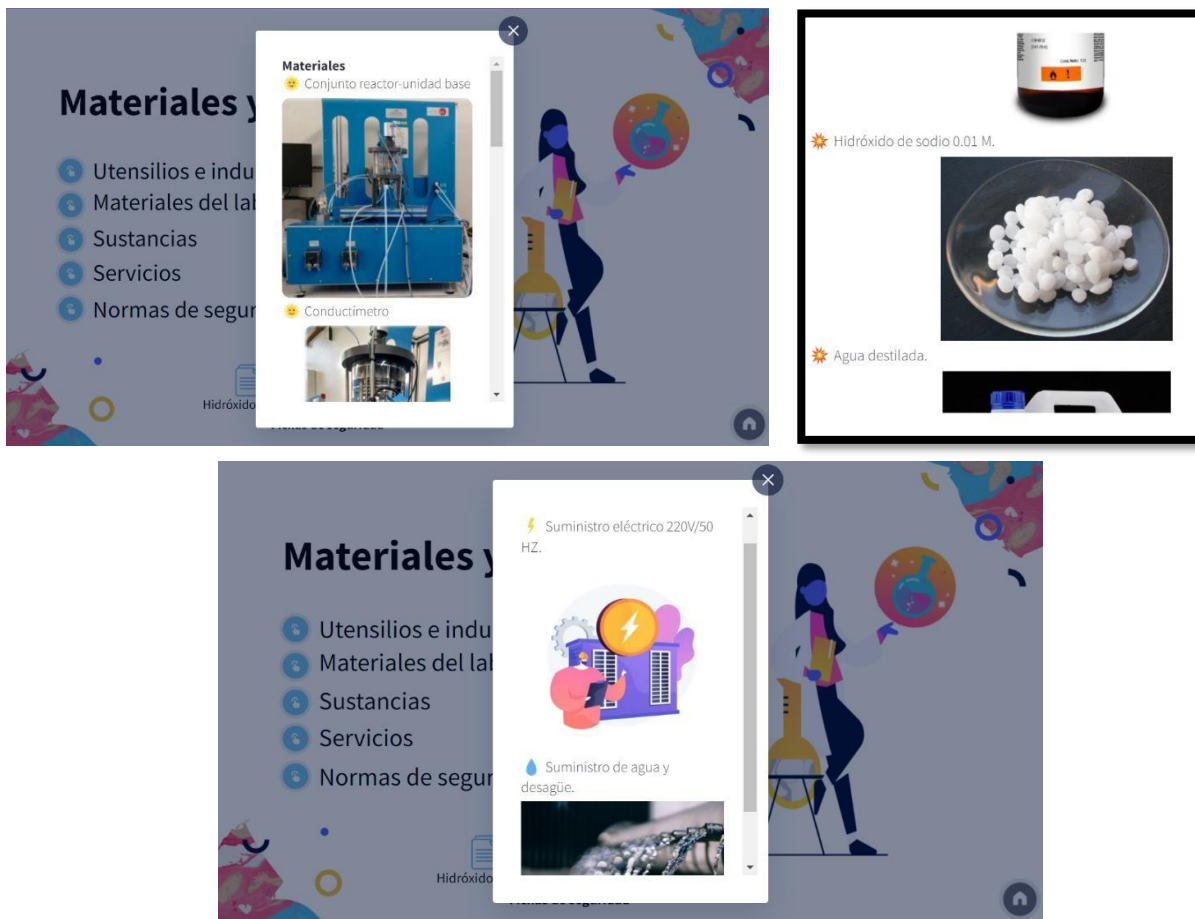


Figura D7

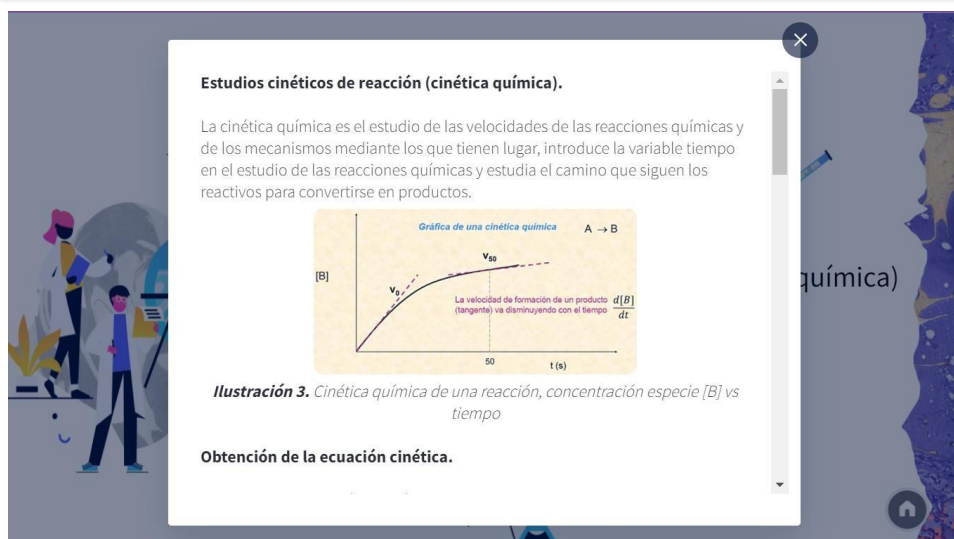
Secciones materiales de laboratorio, sustancias y servicios



En esta sección también se encuentran las fichas de seguridad de los dos reactivos empleados en la reacción que se da en la práctica.


Figura D8

Sección fundamentos



Estudios cinéticos de reacción (cinética química).

La cinética química es el estudio de las velocidades de las reacciones químicas y de los mecanismos mediante los que tienen lugar, introduce la variable tiempo en el estudio de las reacciones químicas y estudia el camino que siguen los reactivos para convertirse en productos.



Gráfica de una cinética química $A \rightarrow B$

La velocidad de formación de un producto (tangente) va disminuyendo con el tiempo $\frac{d[B]}{dt}$

Ilustración 3. Cinética química de una reacción, concentración especie [B] vs tiempo

Obtención de la ecuación cinética.

This slide contains a text block, a graph, and a caption. The graph shows a curve of concentration [B] versus time t (s) for the reaction A -> B. The curve starts at the origin and levels off towards a horizontal asymptote. A tangent line is drawn at a point on the curve, and the slope is labeled as the rate of formation of the product. The caption identifies the graph as 'Ilustración 3' and mentions the 'Obtención de la ecuación cinética'.

Figura D9

Sección descripción del equipo

**Figura D10**

Sección desarrollo experimental



Dentro del desarrollo experimental se cuenta con varias secciones donde se explica cómo se debe realizar la práctica.

Figura D11

Sección de video explicativo

En este video los estudiantes pueden observar el funcionamiento del equipo.

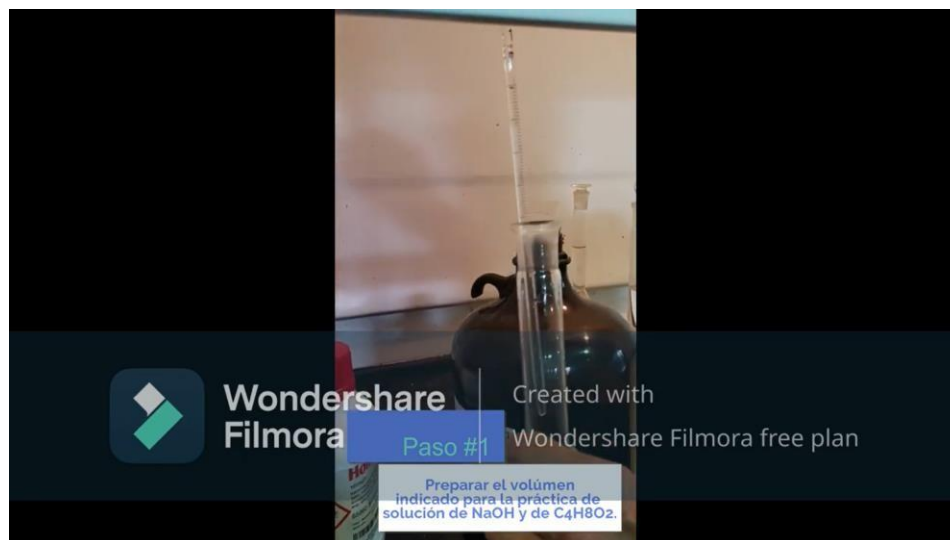
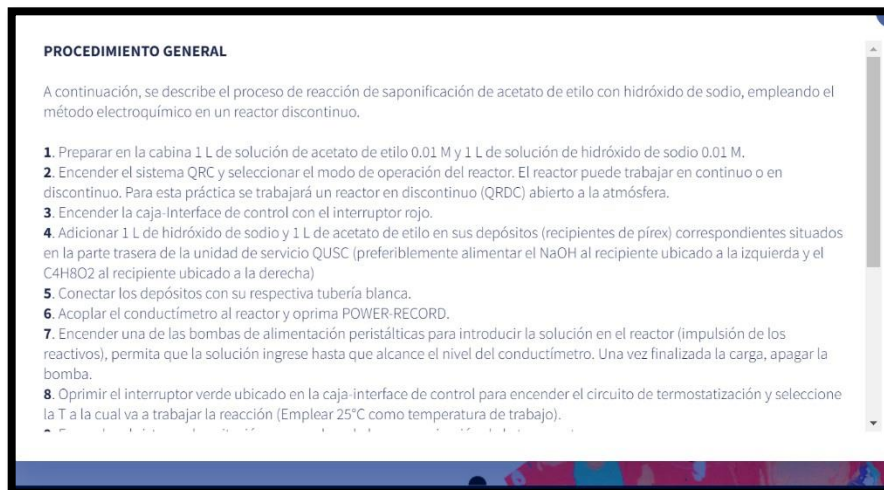


Figura D12

Sección de procedimiento general



La herramienta virtual cuenta con una serie de PDF para el desarrollo de la práctica.

Figura D13

Manual de la práctica

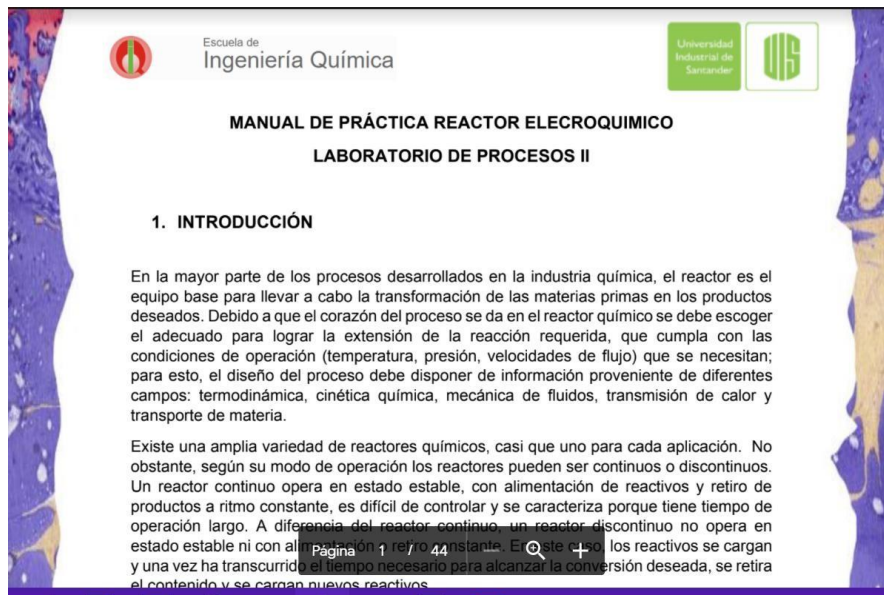


Figura D14

Diseño de prácticas

