

**DISEÑO, DESARROLLO, Y PUESTA EN MARCHA DE UNA METODOLOGÍA
DIDÁCTICA PARA FAVORECER EL PROCESO ENSEÑANZA-APRENDIZAJE EN EL
MANEJO Y OPERACIÓN DE UNA TORRE DE EXTRACCIÓN LÍQUIDO-LÍQUIDO DE
LA ASIGNATURA LABORATORIO DE PROCESOS II**

YENNY NOREYBA BASTO LEAL

WILSON ARLEY RUEDA MARTÍNEZ

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
FACULTAD DE INGENIERÍAS FÍSICO-QUÍMICAS
ESCUELA DE INGENIERÍA QUÍMICA
BUCARAMANGA**

2016

**DISEÑO, DESARROLLO, Y PUESTA EN MARCHA DE UNA METODOLOGÍA
DIDÁCTICA PARA FAVORECER EL PROCESO ENSEÑANZA-APRENDIZAJE EN EL
MANEJO Y OPERACIÓN DE UNA TORRE DE EXTRACCIÓN LÍQUIDO-LÍQUIDO DE
LA ASIGNATURA LABORATORIO DE PROCESOS II**

**YENNY NOREYBA BASTO LEAL
WILSON ARLEY RUEDA MARTÍNEZ**

Trabajo de grado para optar al título de Ingeniero Químico

DIRECTOR

**Prof. Hernando Guerrero Amaya
Ingeniero Químico, PhD**

CO-DIRECTOR

**Luz Marina Ballesteros Rueda
Ingeniera Química, M. Sc., PhD**

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
FACULTAD DE INGENIERÍAS FÍSICO-QUÍMICAS
ESCUELA DE INGENIERÍA QUÍMICA
BUCARAMANGA**

2016

DEDICATORIAS

A Dios, por darme la oportunidad de vivir y por estar conmigo en cada paso que doy para cumplir las metas, sueños, deseos y anhelos, por fortalecer mi corazón e iluminar mi mente y por haber puesto en mi camino a aquellas personas que han sido mi soporte y compañía.

A mis padres, Wilson y Luz Marina por darme la vida, por haberme apoyado y acompañado en todo momento con su infinito amor. Gracias por darme una carrera para mi futuro.

A mis hermanos Samara y Julián por ser ejemplo de hermanos mayores y de los cuales aprendí que los grandes esfuerzos llevan a grandes logros.

A mis familiares que participaron directa o indirectamente para la formación de este Ingeniero Químico

A mis amigos y compañeros por ser un pilar fundamental en todo lo que soy. Gracias por haber enriqueciendo cada momento pues siempre serán recordados.

“Insistir, persistir, resistir y nunca desistir frase que te lleva a salir de tu zona de confort y lograr lo que se desea” (M.A.D.Q)

Wilson Arley Rueda Martínez

A Dios

Como agradecimiento al padre celestial y la morenita de las angustias por no abandonarme en este camino, además por su infinita sabiduría y amor.

A mi MADRE querida, Celina Leal

Mujer valiente, luchadora, guerrera que ha sabido acompañarme en los momentos más difíciles, todo se lo debo a ella porque es y será la motivación más grande para alcanzar mis metas.

A mi padre Jesús Mareano

Por ayudar en mi formación profesional y darme el mayor ejemplo de lucha.

A mis hermanos Jaiver, Nayra y Nydia

Porque nada sería posible sin contar con el apoyo de ellos

A todas las personas que conocí en esta etapa de mi vida, gracias por los momentos compartidos y aunque no se encuentren hoy en día a mi lado, aprendí de cada uno lo mejor para seguir adelante

Eternamente agradecida

Noreyba Basto Leal

AGRADECIMIENTOS

Los Autores Agradecen:

A la profesora Luz Marina Ballesteros y el profesor Hernando Guerrero por su entrega a la realización de este proyecto, su acompañamiento y gentileza.

Al personal técnico de Laboratorio de la Escuela de Ingeniería Química por la ayuda prestada en la elaboración de prácticas experimentales.

Al ingeniero Jorge Iván Torres por su aporte al momento de implementarla y a nuestro amigo Rafael Valdés

Agradecemos a la Universidad Industrial de Santander, a la Escuela de Ingeniería Química, a la sede UIS Socorro por abrirnos sus puertas y forjarnos en valores y conocimientos para la construcción de nuestro proyecto de vida, a todos los profesores de que con esmero nos aportaron su tiempo y conocimiento.

CONTENIDO

	Pág.	
1	INTRODUCCIÓN	15
2	MARCO TEÓRICO	19
2.1	TECNOLOGÍAS DE LA INFORMACIÓN Y DE LA COMUNICACIÓN (TIC)	19
2.1.1	CARACTERÍSTICAS REPRESENTATIVAS DE LAS TIC.	20
2.1.2	LAS TECNOLOGÍAS DE LA INFORMACIÓN Y COMUNICACIÓN EN EL APRENDIZAJE	22
2.1.3	AMBIENTES DE ENSEÑANZA ENRIQUECIDOS CON LAS TIC	23
2.1.4	LOS MATERIALES EDUCATIVOS COMPUTARIZADOS (MEC) COMO SOPORTE AL PROCESO ENSEÑANZA- APRENDIZAJE	23
2.2	CONCEPTOS FUNDAMENTALES DE LA EXTRACCIÓN LÍQUIDO - LÍQUIDO (ELL) APLICADOS EN EL MATERIAL EDUCATIVO	24
3	METODOLOGÍA	25
3.1	PRELIMINARES	26
3.1.1	ANÁLISIS DE LA NECESIDAD EDUCATIVA	26
3.1.2	SELECCIÓN DE SOFTWARE	26
3.2	PUESTA EN MARCHA Y A PUNTO DE LA TORRE DE EXTRACCION L-L	27
3.2.1	RECONOCIMIENTO DEL EQUIPO Y ESTUDIO DEL MANUAL	27
3.2.2	AJUSTE DE CONDICIONES DE OPERACIÓN	27
3.2.3	RECOPIACIÓN, ANÁLISIS Y RECOMENDACIONES DE OPERACIÓN	27
3.3	DISEÑO DE LA HERRAMIENTA EDUCATIVA	28
3.3.1	ESTRUCTURACIÓN DE LA HERRAMIENTA	28
3.3.2	CREACIÓN DE AYUDAS AUDIOVISUALES	28
3.3.3	DISEÑO GRÁFICO DE LA HERRAMIENTA	29
3.3.4	PROGRAMACIÓN DE LA HERRAMIENTA	29
3.4	VALORACIÓN DE LA HERRAMIENTA	29
3.4.1	PRUEBA Y EVALUACIÓN DE LA HERRAMIENTA POR PARTE DE ESTUDIANTES	29
3.4.2	PRUEBA PILOTO	30
3.4.3	PRUEBA FINAL	30
3.4.4	IMPLEMENTACIÓN	31
4	RESULTADOS Y ANÁLISIS	32

4.1	RESULTADOS PRELIMINARES	32
4.1.1	NECESIDAD EDUCATIVA	32
4.1.2	SOFTWARE	33
4.2	PUESTA EN MARCHA Y A PUNTO DE LATORRE EXTRACCIÓN L-L	34
4.2.1	RECONOCIMIENTO DEL EQUIPO Y ESTUDIO DEL MANUAL	34
4.2.2	AJUSTE DE CONDICIONES DE OPERACIÓN	35
4.2.3	RECOPILACIÓN, ANÁLISIS Y RECOMENDACIONES DE OPERACIÓN	37
4.3	DESARROLLO DE LA HERRAMIENTA EDUCATIVA	39
4.4	VALORACIÓN DE LA HERRAMIENTA	42
4.4.1	VALORACIÓN	42
4.4.2	RESULTADOS PRUEBA PILOTO	43
4.4.3	RESULTADOS PRUEBA FINAL	43
4.4.4	IMPLEMENTACIÓN	44
5	CONCLUSIONES	45
6	RECOMENDACIONES	47
	BIBLIOGRAFÍA	49
	ANEXOS	51

LISTADO DE FIGURAS

	Pág
FIGURA 1. ESQUEMA DE LA METODOLOGÍA.....	25
FIGURA 2. DISPOSITIVO DE DESBORDAMIENTO.....	36
FIGURA 3. PANTALLA ADOBE ILLUSTRATOR.....	40
FIGURA 4. PANTALLA PRINCIPAL DE EDGE ANIMATE.	41
FIGURA 5. PANTALLA CON EL MENÚ Y BARRA DE HERRAMIENTA ADOBE EDGE ANIMATE.	42

LISTADO DE ANEXOS

Pág

ANEXO A. ENCUESTA PARA IDENTIFICAR ASPECTOS DE LA NECESIDAD EDUCATIVA.....	51
ANEXO B. PRUEBA PILOTO	55
ANEXO C. VISUALIZACIÓN DE LA HERRAMIENTA EDUCATIVA.....	57
ANEXO D. RESULTADOS PRUEBA PILOTO.....	61
ANEXO E. PRUEBA FINAL	62
ANEXO F. ACCESO A LA PLATAFORMA VIRTUAL DE LA UIS.....	63

RESUMEN

TÍTULO: DISEÑO, DESARROLLO, Y PUESTA EN MARCHA DE UNA METODOLOGÍA DIDÁCTICA PARA FAVORECER EL PROCESO ENSEÑANZA-APRENDIZAJE EN EL MANEJO Y OPERACIÓN DE UNA TORRE DE EXTRACCIÓN LÍQUIDO-LÍQUIDO DE LA ASIGNATURA LABORATORIO DE PROCESOS II*

AUTORES: YENNY NOREYBA BASTO LEAL, WILSON ARLEY RUEDA MARTÍNEZ**

PALABRAS CLAVES: METODOLOGÍA, DIDÁCTICA, MANEJO Y OPERACIÓN, TORRE DE EXTRACCIÓN LÍQUIDO-LÍQUIDO.

DESCRIPCIÓN:

Para la Escuela de Ingeniería Química ya es imprescindible el manejo de materiales educativos computarizados, sin embargo, hoy en día la visualización de los futuros graduados es ayudar a mejorar el proceso de enseñanza-aprendizaje en el aula de clase así como en los laboratorios de prácticas.

En esta metodología didáctica se quiere resaltar la importancia que tiene la interacción del estudiante con el equipo de extracción líquido-líquido logrando con ayuda de softwares sistematizados, una inducción atractiva y dinámica a esta práctica de laboratorio que consiste en conceptos básicos, antecedentes académicos e industriales, simulación del proceso, y el análisis de las experiencias adquiridas durante este proyecto en las prácticas que fueron necesarias para poner en marcha la torre de extracción en Equilibrio Líquido-Líquido (ELL). Posteriormente, se obtuvieron valoraciones positivas a través de los criterios de evaluación hechos por profesionales de diversas ramas, generando gran expectativa en los resultados que ofrecerá este trabajo.

El desarrollo de este trabajo de grado incentiva a la optimización del tiempo durante la práctica ya que previo a su ejecución se encamina al estudiante a aclarar los conceptos teóricos necesarios y además permite hacerse un reconocimiento claro del equipo a ser manipulado, generando gran apoyo para los nuevos experimentadores así como para el docente guía del laboratorio de procesos II.

* Trabajo de grado

** Facultad de Ingenierías Físico Químicas. Escuela de Ingeniería Química. Director: Hernando Guerrero Amaya, Ingeniero Químico, PhD. Codirectora: Luz Marina Ballesteros Rueda. Ingeniería Química, M. Sc, PhD

ABSTRACT

TÍTULO: DISEÑO, DESARROLLO, Y PUESTA EN MARCHA DE UNA METODOLOGÍA DIDÁCTICA PARA FAVORECER EL PROCESO ENSEÑANZA-APRENDIZAJE EN EL MANEJO Y OPERACIÓN DE UNA TORRE DE EXTRACCIÓN LÍQUIDO-LÍQUIDO DE LA ASIGNATURA LABORATORIO DE PROCESOS II*

AUTHORS: YENNY NOREYBA BASTO LEAL, WILSON ARLEY RUEDA MARTÍNEZ**

KEYWORDS: METODOLOGÍA, DIDÁCTICA, MANEJO Y OPERACIÓN, TORRE DE EXTRACCIÓN LÍQUIDO-LÍQUIDO.

DESCRIPTION:

Nowadays, it is essential to the School of Chemical Engineering the implementation of computerized and educational material; however, the vision of the future graduates should be to help improving the process of teaching and learning in the classroom as well as in the laboratory.

The methodology of this teaching project is to highlight the importance of the interaction of the student with the liquid-liquid extraction equipment. The latter was achieved by using systematic software that represents an attractive and dynamic introduction to such laboratory practice consisting of basic concepts, academic and industrial background, process simulation, and analysis of the lessons learned during this project through practical sessions that were necessary to developed in order to carry out the extraction in the Liquid-Liquid Equilibrium (LLE) tower. Subsequently, evaluation assessments made by professionals from different fields showed positive results, offering great expectations for the execution of the present work.

The development of this undergraduate final work encourages the optimization of time during the practice. Prior to execution, the student is lead to clarify the necessary theoretical concepts and it allows her/him to have a clear acknowledgement of the handled device, generating great support for all of these new experimenters and for the teachers of Process Laboratory II.

* Trabajo de grado

** Facultad de Ingenierías Físico Químicas. Escuela de Ingeniería Química. Director: Hernando Guerrero Amaya, Ingeniero Químico, PhD. Codirectora: Luz Marina Ballesteros Rueda. Ingeniería Química, M. Sc, PhD

1 INTRODUCCIÓN

A lo largo del proceso de formación educativa, los estudiantes se han visto expuestos a constantes cambios en las estrategias de enseñanza-aprendizaje y cada día se observa que la rutina actual del estudiante implica pasar más tiempo en contacto con dispositivos digitales que frente a recursos en papel lo que permite inferir que es importante seguir reformando los mecanismos de enseñanza haciendo mayor uso de las metodologías basadas en las tecnologías de la información y la comunicación (TIC), es decir hacer uso de tecnologías multimedia interactivas de calidad para mejorar los procesos de aprendizaje en ambientes universitarios predominantemente educativos.

Con base en el testimonio de los estudiantes que ya cursaron la asignatura de laboratorio de procesos y teniendo en cuenta el progresivo crecimiento del número de estudiantes por práctica, no es difícil apreciar que se presenta una insuficiente pero inevitable interacción entre el profesor y los estudiantes y cada vez hay menos tiempo y oportunidad para que el estudiante interactúe suficientemente con la mayoría de los equipos del laboratorio, haciendo que, en el estado actual, sea más difícil analizar y entender los procesos en ingeniería química con base en los resultados de una práctica experimental y por ende reflejándose en sustanciales deficiencias en el proceso de adquisición del conocimiento y su consecuente puesta en práctica a nivel profesional.

Por esta razón era necesario inicialmente hacer un diagnóstico de la metodología de enseñanza que se venía aplicando en el laboratorio de procesos de la Escuela de Ingeniería Química con la finalidad de establecer alguna estrategia que pudiera ser implementada a manera de soporte pretendiendo que el estudiante tuviera a su

alcance los recursos didácticos necesarios, antes, durante y después de la realización de la práctica experimental y a su vez brindarle mayor confianza y seguridad personal para interactuar con los equipos de laboratorio.

Así, el propósito que tiene el laboratorio de procesos es brindar a los estudiantes un ambiente de formación con gran versatilidad de equipos utilizados en la industria, permitiendo un acercamiento real a los procesos en planta y una conceptualización de los temas base de la Ingeniería Química: Termodinámica, Fenómenos de Transporte, Operaciones Unitarias, Ingeniería de las Reacciones, Control y Automatización de procesos. Sin embargo, el estudiante de la asignatura no cuenta actualmente con fuentes didácticas de información actualizada y de acuerdo a su nivel de formación que le permita reconocer con antelación la práctica, el funcionamiento de los equipos que utilizará y las precauciones que debe tomar. Asimismo no hay suficiente tiempo de aula para interactuar con el equipo, para conocer el funcionamiento en tiempo real ni reconocer apropiadamente la finalidad del mismo, ya que en la actualidad se limita la ejecución a la realización de una práctica de laboratorio en grupos numerosos ralentizando el aprendizaje de los procesos industriales a nivel piloto.

Surge así la siguiente hipótesis: “El uso de una herramienta interactiva multimedia puede mejorar el proceso enseñanza-aprendizaje en el laboratorio de procesos”.

Por tanto, para sustentar tal hipótesis se puede argumentar que en la actualidad las formas de enseñanza han cambiado y continúan reformándose en aras de lograr que la metodología de formación sea la de proporcionar al estudiante mayor autonomía y así incrementar su responsabilidad y además incentivarlo para realizar tareas que lo conduzcan a transferir lo que se le ha enseñado de forma teórica a la

práctica. Favorablemente, el estilo de vida actual ofrece la facilidad en el uso continuo y autónomo de dispositivos electrónicos fijos y móviles conectados a internet con los cuales el manejo y disposición de la información se hace de forma inmediata y en tiempo real. Dichos dispositivos, proporcionan aplicaciones tendientes a la adquisición de información o como recursos de soporte para necesidades de la vida diaria tales como redes sociales, calendarios o blogs en general que favorecen la puesta en marcha de las transformaciones necesarias en la actual formación educativa. Por ejemplo, es cada vez más frecuente encontrar docentes universitarios que ofrecen a sus estudiantes, información relevante de la asignatura o asignaciones programadas a través de Facebook o de un grupo virtual en WhatsApp.

Afortunadamente, la comunidad universitaria en general y especialmente la Universidad Industrial de Santander a través de sus dependencias tales como la Vicerrectoría Académica y CEDEDUIS entre otras, dan relevancia al uso continuo y generalizado de las TIC como alternativas de solución para esas necesidades educativas.

En el presente documento se consigna el desarrollo del trabajo de grado en modalidad práctica en Docencia titulado *“Diseño, desarrollo, y puesta en marcha de una metodología didáctica para favorecer el proceso enseñanza-aprendizaje en el manejo y operación de una torre de extracción líquido-líquido de la asignatura Laboratorio de Procesos II”*.

La realización este trabajo se enfocó estrictamente en el nuevo equipo de extracción líquido-líquido adquirido por la Escuela de Ingeniería Química para el laboratorio de procesos con el fin de responder a las necesidades de los docentes y estudiantes

que están involucrados en este laboratorio. Por tal razón, el presente trabajo de grado tiene como objetivo diseñar, desarrollar y poner en marcha en la Escuela de Ingeniería Química una metodología didáctica para el manejo y operación de una torre de extracción líquido- líquido.

Específicamente, se abarcan los siguientes propósitos:

- Adaptar los protocolos sugeridos por el fabricante de la torre a la práctica experimental específica en el laboratorio de procesos guiando convenientemente a los estudiantes y docentes durante la ejecución de dicha práctica en las condiciones y tiempos necesarios.
- Diseñar una herramienta multimedia para los estudiantes y el docente en el cual se explique de manera audiovisual el funcionamiento de la torre de extracción líquido-líquido.
- Validar con estudiantes y profesores la herramienta multimedia elaborada e implementarla en un sitio web de fácil acceso.

2 MARCO TEÓRICO

Durante el tiempo que el hombre ha habitado el universo, se ha mostrado deseo de aprender, y no solo eso, sino que su curiosidad lo ha llevado a indagar además en como aprender. Particularmente, la tendencia a mejorar el hábito de rutinas de estudio en la sociedad urbana han incentivado al desarrollo y apropiación de conceptos sobre la naturaleza de este proceso y la Escuela de Ingeniería Química se enmarca en este paradigma actual del mejoramiento de la enseñanza tradicional y en el redireccionamiento del aprendizaje de conceptos inherentes a la ingeniería.

Para dar solución al mejoramiento de los métodos educativos que competen a los estudiantes de Ingeniería Química se ha encontrado que el uso de las nuevas herramientas tecnológicas tales como las Tecnologías de la Información y de la Comunicación (TIC) son una alternativa viable, debido a que ofrecen un variado espectro de materiales que pueden ayudar a transformar las clases actuales (centradas en el profesor, aisladas del entorno y limitadas al texto de clase), en entornos de conocimiento ricos, interactivos y centrados en el alumno. (UNESCO, 2004)

2.1 TECNOLOGÍAS DE LA INFORMACIÓN Y DE LA COMUNICACIÓN (TIC)

Las TIC agrupan los elementos y las técnicas usadas en el tratamiento y la transmisión de la información, principalmente en la informática, internet y telecomunicaciones. (CHACON BUSTOS, 2014) Estas tecnologías son protagonistas en la dinámica y transformación de los ámbitos de la experiencia humana en el día a día. Uno de estos ámbitos es la educación y el aprendizaje, es decir, el uso de estas tecnologías multimedia mejoran la calidad de los procesos de

aprendizaje en ambientes educativos, desde niveles de educación preescolar hasta educación universitaria. (GALVIS PANQUEVA, 1992)

2.1.1 CARACTERÍSTICAS REPRESENTATIVAS DE LAS TIC.

Las TIC poseen características que las convierten en herramientas poderosas a utilizar en el proceso de aprendizaje de los estudiantes las cuales son:

- **Interactividad:** Es posiblemente la característica más importante de las TIC para su aplicación en el campo educativo. Mediante las TIC se consigue un intercambio de información entre el usuario y el ordenador. Esta característica permite adaptar los recursos utilizados a las necesidades y características de los sujetos, en función de la interacción concreta del sujeto con el ordenador.
- **Inmaterialidad:** En líneas generales se puede decir que las TIC realizan la creación (aunque en algunos casos sin referentes reales, como pueden ser las simulaciones), el desempeño y la comunicación de la información. Esta información es básicamente inmaterial y puede ser llevada de forma transparente e instantánea a lugares remotos.
- **Interconexión:** Hace referencia a la creación de nuevas posibilidades tecnológicas a partir de la conexión entre dos tecnologías. Por ejemplo, la telemática es la interconexión entre la informática y las tecnologías de comunicación, propiciando con ello, nuevos recursos como el correo electrónico, los IRC¹, etc.

¹ **IRC (*Internet Relay Chat*)** es un protocolo de comunicación en tiempo real basado en texto, que permite debates entre dos o más personas.

- Instantaneidad: Las redes de comunicación y su integración con la informática, han posibilitado el uso de servicios que permiten la comunicación y transmisión de la información, entre lugares alejados físicamente, de una forma rápida.
- Elevados parámetros de calidad de imagen y sonido: El proceso y transmisión de la información abarca todo tipo de información: textual, imagen y sonido, por lo que los avances han ido encaminados a conseguir transmisiones multimedia de gran calidad, lo cual ha sido facilitado por el proceso de digitalización.
- Digitalización: Su objetivo es que el uso de la información en distintos formatos (sonidos, texto, imágenes, animaciones, etc.) pueda ser transmitida por los mismos medios al estar representada en un formato único universal. En algunos casos, por ejemplo los sonidos, la transmisión tradicional se hace de forma analógica y para que puedan comunicarse de forma consistente por medio de las redes telemáticas es necesario su transcripción a una codificación digital, que en este caso realiza bien un soporte de hardware como el MODEM o un soporte de software para la digitalización.
- Innovación: Las TIC están produciendo una innovación y cambio constante en todos los ámbitos sociales. Sin embargo, es de reseñar que estos cambios no siempre indican un rechazo a las tecnologías o medios anteriores, sino que en algunos casos se produce una especie de adaptación o simbiosis con otros medios. Por ejemplo, el uso de la correspondencia personal se había reducido ampliamente con la aparición del teléfono, pero el uso y potencialidades del correo electrónico ha llevado a un resurgimiento de la correspondencia personal.

- Tendencia hacia la automatización: La propia complejidad empuja a la aparición de diferentes posibilidades y herramientas que permiten un manejo automático de la información en diversas actividades personales, profesionales y sociales. La necesidad de disponer de información estructurada hace que se desarrollen gestores personales o corporativos con distintos fines y de acuerdo con unos determinados principios.
- Diversidad: La utilidad de las tecnologías puede ser muy diversa, desde la mera comunicación entre personas, hasta el proceso de la información para crear informaciones nuevas. (SIERRA VARÓN, 2011)

2.1.2 LAS TECNOLOGÍAS DE LA INFORMACIÓN Y COMUNICACIÓN EN EL APRENDIZAJE

Las TIC involucran diferentes dispositivos electrónicos y herramientas que permiten a los usuarios procesar y transmitir información a través de la televisión, los teléfonos, la realización y reproducción de videos, y el uso del ordenador. Sin embargo, las herramientas electrónicas nos permiten utilizar una amplia gama de aplicaciones informáticas tales como presentaciones, aplicaciones multimedia, programas ofimáticos, entre otros, con conexión a través de redes actuales de comunicación tales como la internet. (GALVIS PANQUEVA, 1992) Permitted a los estudiantes crear un nuevo entorno de aprendizaje, el cual involucra la interacción del alumno con otros alumnos, con el docente, con los recursos de información y con la tecnología. A su vez provee un entorno que permite al alumno considerar múltiples perspectivas al abordar ciertos temas y resolver problemas, y brinda oportunidades para que el alumno pueda reflexionar sobre su propio aprendizaje. (UNESCO, 2004)

2.1.3 AMBIENTES DE ENSEÑANZA ENRIQUECIDOS CON LAS TIC

En la actualidad el uso de la tecnología se ha hecho indispensable, cada día esta gana más relevancia en todos los ámbitos de las personas, por esta razón desligar la educación del uso de la tecnología se hace un absurdo, es necesario involucrar las TIC en el proceso de enseñanza- aprendizaje, (HERNÁNDEZ REQUENA, 2008) sin embargo la importancia no radica en el uso de estas tecnologías en el área de aprendizaje sino más bien en la intención formativa que esta conlleva. Los ambientes de enseñanza enriquecidos por las TIC, son aquellos espacios que se generan para crear y recrear los procesos de formación, enseñanza y aprendizaje donde la herramienta que se utiliza es la tecnología para impulsar dicho proceso, que facilita la comunicación didáctica y pedagógica, al igual en la ampliación de las consultas documentales, bibliográficas y referenciales, siendo esto un apoyo para docentes y estudiantes. (SIERRA VARÓN, 2011)

2.1.4 LOS MATERIALES EDUCATIVOS COMPUTARIZADOS (MEC) COMO SOPORTE AL PROCESO ENSEÑANZA- APRENDIZAJE

Las MEC están bajo la denominación otorgada a las diferentes aplicaciones informáticas cuyo objetivo último es apoyar el aprendizaje. Se caracterizan porque es el alumno quien controla el ritmo de aprendizaje, decide cuándo abandonar y reiniciar, interactuar reiteradas veces con el programa, en fin son muchos los beneficios a la hora de aplicar esta metodología. Por su parte el docente encuentra en ellos una ayuda significativa, pues en muchos casos en los MEC se registra toda la actividad del estudiante. (MONEREO , CASTELLO , & CLARIANA, 2007)

La participación del docente es y seguirá siendo un aspecto importante de estudio de las MEC pues cada vez es más evidente su papel de facilitador en la calidad del proceso de enseñanza aprendizaje y en la educación en general, para este cambio de la educación tradicional a las nuevas metodologías de enseñanza. Se requiere

entonces de docentes preparados, que no sólo sepan el contenido científico, sino que sepan enseñar lo que necesita la sociedad, de aquí la necesidad de que en la universidad enseñe a los profesores a educar, para que los estudiantes aprendan a aprender.

2.2 CONCEPTOS FUNDAMENTALES DE LA EXTRACCIÓN LÍQUIDO - LÍQUIDO (ELL) APLICADOS EN EL MATERIAL EDUCATIVO

El programa educativo computacional a desarrollar en el marco de la metodología del presente trabajo expone conceptos básicos de ELL aplicados en el manejo y operación del equipo de laboratorio asignado para dicha operación unitaria.

La ELL reúne principios termodinámicos y de operaciones unitarias, pues uno de los principales factores que se debe definir a la hora de hablar de la ELL es el equilibrio térmico, debido a que existen interacciones no ideales entre las moléculas de los líquidos que se manifiesta en inmiscibilidad parcial o total (HENLEY & SEADER, 1981) y de igual manera familiarizarse con los conceptos generales de las operaciones unitarias controladas por la transferencia de materia. (MARCILLA G.)

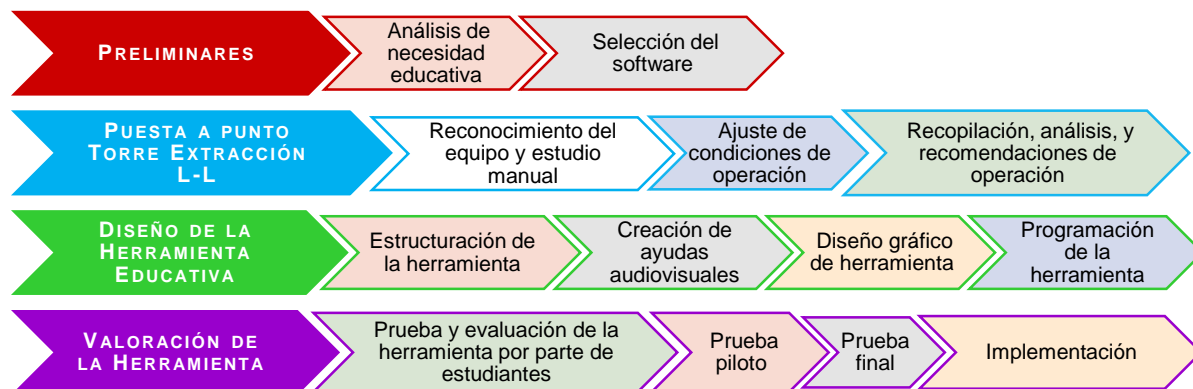
Dentro del contenido del material educativo se implementa un desarrollo experimental, llevado a cabo en el laboratorio con el objetivo de aplicar estos conceptos en el manejo y puesta a punto de la torre ELL.

3 METODOLOGÍA

En este capítulo se presenta la metodología empleada para la elaboración del programa educativo computacional para la enseñanza de las bases de la extracción líquido-líquido, específicamente para la operación de la torre de extracción presente en el laboratorio de procesos de Ingeniería Química. Lo anterior se diseña con la finalidad de que el estudiante de la asignatura de laboratorio de procesos II desarrolle una práctica experimental exitosa documentando y justificando cada una de las acciones tomadas durante su desarrollo.

Con el fin de dar cumplimiento a los objetivos estipulados y teniendo en cuenta algunas características sobre el diseño apropiado del material educativo computarizado tales como facilitar la motivación, proporcionar nuevos estímulos, proporcionar información relevante sobre el tema educativo, garantizar efectos visuales agradables al usuario, activar la respuesta de los estudiantes, ser interactivo y de fácil uso entre otros se planearon diferentes etapas que se muestran en la **Figura 1** en donde se establecen los aspectos claves a tener en cuenta durante el desarrollo del programa educativo.

Figura 1. Esquema de la metodología.



Además, durante todo el desarrollo del programa educativo se realiza una revisión bibliográfica, tanto para escoger el material que se va a utilizar en el diseño de la herramienta educativa como la información que se usa en esta.

3.1 PRELIMINARES

3.1.1 ANÁLISIS DE LA NECESIDAD EDUCATIVA

El análisis de las necesidades del proceso de aprendizaje en el laboratorio se obtiene aplicando una encuesta (ver **ANEXO A**)

a los estudiantes que han cursado o estén previos a cursar la materia, con el fin de conocer la opinión del estudiante que ya vivió la experiencia así como las expectativas de aquellos que están próximos a recibirla. Además, por parte de los docentes de la asignatura se obtuvo de manera directa información sobre el proceso actual de enseñanza de la práctica. Esta información recopilada tanto de estudiantes como docentes permite que el programa educativo sea un soporte para la metodología de enseñanza-aprendizaje.

3.1.2 SELECCIÓN DE SOFTWARE

Se seleccionan los recursos técnicos necesarios para la elaboración del programa computarizado, dando prioridad a aquellos de fácil acceso y manejo, también teniendo en cuenta que sean compatibles con las herramientas educacionales que forman parte del contenido del ejecutable y que se obtengan tutoriales o manuales para facilitar el uso y ejecución en el desarrollo del programa.

3.2 PUESTA EN MARCHA Y A PUNTO DE LA TORRE DE EXTRACCION L-L

3.2.1 RECONOCIMIENTO DEL EQUIPO Y ESTUDIO DEL MANUAL

Se lleva acabo el reconocimiento del equipo de ELL direccionándose del manual pedagógico disponible en el laboratorio de la escuela de Ingeniería Química, que es la herramienta que se encuentra actualmente al alcance para conocer los aspectos generales del equipo, información de seguridad, presentación del manejo al usuario y el cuidado y mantenimiento del equipo. (PIGNAT, 2009)

3.2.2 AJUSTE DE CONDICIONES DE OPERACIÓN

Se realizan pruebas para establecer los parámetros iniciales y finales de la práctica experimental de ELL, teniendo en cuenta que se desea establecer la cantidad de reactivo a utilizar, sus características principales como densidad y volumen específico, calibración de elementos del equipo y definición de factores que influyen en la operación óptima de la torre como: velocidad de agitación y regulación del nivel de la interfase.

3.2.3 RECOPIACIÓN, ANÁLISIS Y RECOMENDACIONES DE OPERACIÓN

Basados en toda la información que se va a recolectar a lo largo de las anteriores actividades se recopilará, analizará y recomendará la mejor forma para llevar acabo la práctica de ELL.

3.3 DISEÑO DE LA HERRAMIENTA EDUCATIVA

3.3.1 ESTRUCTURACIÓN DE LA HERRAMIENTA

El área global de la estructura de la herramienta abarca la práctica experimental en el laboratorio de Ingeniería Química, como fundamento para comprender el fenómeno de la operación unitaria de extracción líquido-líquido.

Se establece el contenido y se contempla manejar en el programa educativo 5 aspectos relevantes como lo son: generalidades, conceptos, materiales y reactivos, desarrollo experimental y protocolo; de modo que se debe recolectar la información necesaria de forma completa y detallada referente a la operación unitaria y al manejo del equipo de laboratorio.

3.3.2 CREACIÓN DE AYUDAS AUDIOVISUALES

En este espacio se elaboran elementos que ayuden hacer del programa educativo un espacio interactivo, llamativo y entendible.

Lo anterior es posible por medio de imágenes, que representen ilustraciones de determinados temas tratados en el contexto, editadas bajo el programa de Adobe Illustrator. Las animaciones juegan un papel importante en este punto, porque se busca que el usuario identifique con facilidad algunos aspectos como por ejemplo de los equipos, y esto se puede lograr animando imágenes y gráficos haciéndolos interactivos con el usuario. Las animaciones se llevan a cabo no solo en Adobe Illustrator sino también en Adobe Animate.

3.3.3 DISEÑO GRÁFICO DE LA HERRAMIENTA

Se plantean imágenes, animaciones, estructuras a mostrar dentro de la interfaz de la herramienta, teniendo en cuenta que se quiere una interfaz llamativa al usuario, que encierre elementos concernientes al tema e identificando cuantas ventanas se despliegan según el contenido del programa.

3.3.4 PROGRAMACIÓN DE LA HERRAMIENTA

Se inicia por editar texto de toda la información recolectada, para su posterior implementación en el editor de la interfaz, se van organizando temas, referencias y elementos que complementen el contenido total del programa educativo.

Se editan los archivos anexos al programa, como lo son documentos en PDF que engloban toda la información central del tema tratado.

3.4 VALORACIÓN DE LA HERRAMIENTA

3.4.1 PRUEBA Y EVALUACIÓN DE LA HERRAMIENTA POR PARTE DE ESTUDIANTES

Para asegurar que el programa computarizado funcione correctamente se realiza con ayuda del personal involucrado en el desarrollo de este proyecto una evaluación interna durante el proceso de diseño y montaje de la interfaz, revisando conceptos específicos con el fin de corregir y perfeccionar el programa. Sin embargo el punto de vista del usuario es de gran ayuda e importancia para nuestro trabajo por lo tanto se necesita verificar la ejecución del programa y así obtener diversas opiniones para lograr ejecutar lo planteado hasta el momento en el proyecto.

3.4.2 PRUEBA PILOTO

Esta se realiza para ayudar a la puesta en marcha de la metodología, conociendo la opinión de estudiantes y docentes expertos en los conceptos tratados y en el uso de herramientas computacionales en el ámbito de la enseñanza aprendizaje, aplicándose una encuesta de satisfacción (ver **Anexo B**) después del manejo del programa. El propósito de esta prueba es detectar errores gramaticales, ortográficos, de redacción, de presentación de imágenes o animación de la interfaz, incluso la falta de claridad para exponer el tema tratado en el programa; los cuales se deberán corregir en el transcurso de la valoración de la herramienta.

3.4.3 PRUEBA FINAL

La realización de esta prueba mide que tan efectivas han sido las correcciones realizadas al programa computarizado de acuerdo a opiniones previas, en esta etapa se pone a prueba la ejecución del programa con un grupo de estudiantes y docentes para establecer los ajustes finales.

La prueba final consta de dos partes la primera ya explicada que corresponde a la ejecución del programa dentro de cierto número de usuarios y la segunda parte, busca evaluar que tan efectiva ha sido la herramienta de enseñanza; es decir, una vez finalizada la primera prueba el usuario deberá dirigirse a realizar el manejo y operación de la torre ELL. Para medir su eficacia se aplica al usuario una lista de chequeo sirviendo como guía al supervisor, en la inspección de cada actividad que el usuario ejecute frente al manejo del equipo de laboratorio; y así evaluar y tomar decisiones finales acerca del cumplimiento de los objetivos enmarcados hacia la realización del programa educativo. En el anexo C se encuentra la lista de chequeo con los factores a evaluar durante la operación del equipo.

3.4.4 IMPLEMENTACIÓN

Consiste en la disposición del objeto de aprendizaje al servicio del estudiante. En esta etapa se busca la posibilidad de que se implemente en alguna plataforma pública.

4 RESULTADOS Y ANÁLISIS

4.1 RESULTADOS PRELIMINARES

4.1.1 NECESIDAD EDUCATIVA

Con la aplicación de la encuesta (ver **ANEXO A**) se identificaron algunos de los inconvenientes que tienen los usuarios del laboratorio a la hora de hacer uso de los equipos. El cuestionario fue aplicado a 105 estudiantes de la Escuela de Ingeniería Química, observando que la población tiene una distribución uniforme por género según lo muestra el diagrama de la **FIGURA A3**.

Algunos estudiantes no conocen el laboratorio de la escuela y argumentan que es debido a que la implementación de las prácticas se realiza solo en los últimos semestres de la carrera. De los estudiantes encuestados, el 64% conoce el laboratorio como se puede apreciar en la **FIGURA A1** y el 52% ha realizado prácticas de laboratorio como lo muestra la **FIGURA A2** y afirman que no se explica actualmente con detalle el manejo de los equipos y que la información recopilada por los auxiliares se hace de forma muy general y es escasa, la cual es desaprovechada para el desarrollo de la práctica. Además un 84% de los estudiantes afirman que carecen de información (ver **FIGURA A4**), debido a que la introducción al manejo de los equipos es de carácter verbal y que dificulta la comprensión de cada una de la prácticas; siendo esta la principal justificación a la respuesta dada.

En la **FIGURA A5** se observan los porcentajes de estudiantes que eligen entre Charlas grupales, Guía con explicación paso a paso, Herramienta virtual y Video tutorial, el método de preferencia para recibir información académica. El resultado

en esta pregunta aborda la importancia que tiene este proyecto con respecto a mejorar los ámbitos de enseñanza aprendizaje, ya que la opción preferida son las herramientas virtuales con un 45% de la población entrevistada, respecto a charlas grupales con un 15%, siendo el método usado actualmente en el laboratorio de la Escuela de Ingeniería Química. Recopilando los comentarios más relevantes los estudiantes se enfocan en la importancia que tiene los avances tecnológicos e instrumentos para estimular el conocimiento.

4.1.2 SOFTWARE

Se seleccionaron los recursos de software necesarios para elaborar el programa educativo, teniendo en cuenta los requerimientos mencionados en la metodología. A continuación se describen las herramientas que se tuvieron en cuenta para la ejecución:

- **Adobe Edge Anímate CC:** Este es un software de la empresa Adobe Systems Incorporated.” En su versión 1.5 es gratuita y legal lo cual facilita la disponibilidad. Su interfaz y modo de trabajo se parece mucho a Adobe Flash, aunque mucho más sofisticado en todas sus líneas de trabajo este programa está basado en HTML5 el cual nos permite generar animaciones u otros tipo de elementos con Adobe Edge Animate donde son totalmente compatibles con los navegadores modernos actuales tanto de escritorio como dispositivos móviles Android, IOS y Windows Phone.
- **Adobe Illustrator:** Es un programa de diseño gráfico basado principalmente en objetos matemáticos (vectoriales). Puede trabajar con vectores o incorporar archivos bitmap. Contempla desde ilustraciones simples hasta otras más complejas cuando se adquiera destreza con la aplicación. También con ella se puede realizar packaging y maquetación.

Al igual que Edge Animate está comercializado por Adobe Systems. Ha sido una herramienta muy importante a la hora de realizar diferentes animaciones, ya que, se ha utilizado para crear imágenes y editar otras para realizar animaciones posteriores.

- **Adobe Acrobat Reader:** Software gratuito y de confianza para ver e imprimir PDF, al convertir el documento a PDF este retiene la apariencia del documento original sin pérdida de la calidad y puede verse en cualquier sistema operativo utilizando el software libre Adobe Reader.
- **Adobe Indesign CC:** Es una herramienta de maquetación y diseño que permite crear, realizar comprobaciones preliminares y diversas publicaciones. Ideal para garantizar temas modernos, interactivos y fluidos para el programa educativo.

4.2 PUESTA EN MARCHA Y A PUNTO DE LATORRE EXTRACCIÓN L-L

4.2.1 RECONOCIMIENTO DEL EQUIPO Y ESTUDIO DEL MANUAL

Para reconocer el funcionamiento del equipo, se tomó como base el manual pedagógico del equipo. Siguiendo los pasos establecidos, dentro de las condiciones de uso se tiene que la unidad está destinada a las siguientes operaciones químicas:

- Extracción con agua del ácido acético contenido en el acetato de etilo
- Extracción con acetato de etilo del ácido acético contenido en el agua
- Extracción con agua del ácido acético contenido en Metil Isobutil Carbinol (MIBC)

Además se indican los productos a usar en la extracción y en la valoración, los volúmenes reaccionantes máximos en distintas partes del equipo y los puntos de

funcionamiento, como velocidad de agitación, flujo de disolvente, flujo del diluyente y la concentración de la solución a tratar.

Se encontró que el manual es una herramienta poco entendible, puesto que se limita a dar información y no usa técnicas didácticas para dar a entender a cabalidad el contenido; razón que delimita nuestra experiencia con el equipo, por lo que se debió solicitar orientación de parte del personal técnico del laboratorio y directores del proyecto.

4.2.2 AJUSTE DE CONDICIONES DE OPERACIÓN

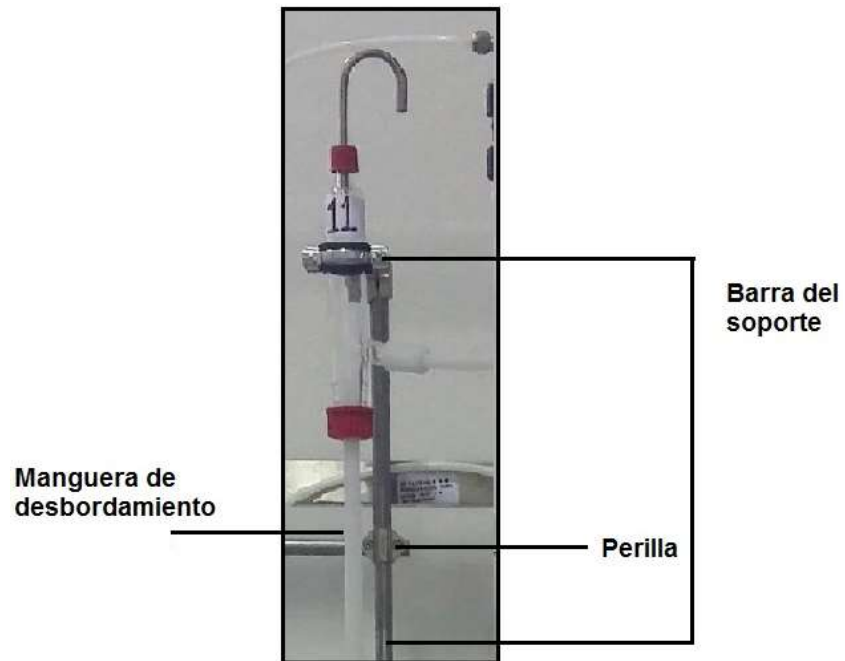
Las condiciones de operación se establecen para el proceso de extracción de ácido acético, de acetato de etilo usando agua. A continuación se hace referencia a lo ejecutado en las pruebas de laboratorio:

- **Preparación de las soluciones de alimentación:** Se prepara la fase pesada y liviana, con agua desmineralizada o destilada y la solución de ácido acético con acetato de etilo respectivamente y se almacena en los recipientes correspondientes.
- **Calibración del rotámetro:** Con agua destilada se procede a realizar la calibración de los rotámetros, en busca de regular el flujo de alimentación a 3 L/h, se observa que los rotámetros presentan alta sensibilidad a la variación.
- **Alimentación a la torre:** Con aras de reducir el gasto de reactivos, se debe establecer el volumen óptimo de alimento de la fase pesada y liviana; se hace la carga completa con agua a la torre, para así estimar el volumen total de la columna y definir volúmenes normales de carga.

- **Regulación del nivel de la interfase:** Se debe calibrar el regulador de nivel de la interfase buscando que la descarga de la fase acuosa y orgánica se realice simultáneamente. El dispositivo de desbordamiento está diseñado para permitir la regulación de la interfase en función de la naturaleza de las dos fases.

La **Figura 2** muestra las partes del dispositivo de desbordamiento el cual permite regular el nivel de la interfase y para regular la altura se deben tener en cuenta las siguientes consideraciones:

Figura 2. Dispositivo de desbordamiento.



Se debe aflojar la perilla de acero inoxidable y hacer deslizar la barra del soporte del dispositivo de desbordamiento, de igual manera se puede desatornillar la perrilla inoxidable y hacer deslizar la barra del soporte, se ajusta el desbordamiento a la altura deseada con respecto a la interfase y para finalizar se vuelve a ajustar la perilla con la mano cuando la regulación de la altura sea la deseada. Durante la operación, si la altura de la fase ligera presenta la tendencia a aumentar, subir ligeramente el desbordamiento de la fase pesada.

- **Ajuste de la velocidad de agitación:** La velocidad de agitación, permite obtener una buena fragmentación de la fase dispersa, se debe tener en cuenta que esta no puede ser superior a 300 rpm (se estableció un rango de 70 a 150 rpm)

4.2.3 RECOPIACIÓN, ANÁLISIS Y RECOMENDACIONES DE OPERACIÓN

Durante el proceso de extracción de ácido acético de acetato de etilo usando agua en el laboratorio de la escuela de Ingeniería Química, se logra establecer los parámetros de operación y obtener datos de la puesta a punto del equipo, que pueden ser tomados como referencia para realizar las prácticas experimentales.

Se miden 3.5 litros de acetato de etilo, 0.5 litros de ácido acético y 10 litros de agua destilada. Se deben establecer los valores experimentales para el acetato de etilo y ácido acético de peso y densidad; en lo posible estos datos se deben aproximar a los reportados en la literatura, pues entre menor sea esta diferencia, se ofrece confiabilidad en términos de pureza de los reactivos para continuar con la práctica de extracción. Se deben mezclar los dos reactivos miscibles, a partir de esta solución se estima la concentración másica del ácido acético con la ecuación 1 que indica la concentración inicial a la cual entra la mezcla como punto de referencia para los datos de salida.

$$X_{\text{ácido}} = \frac{m_{\text{ácido}}}{m_{\text{solución}}}$$

Ecuación 1

En cuanto a los rotámetros de flujo se debe buscar que permanezcan en un flujo de alimentación de 3 L/h para cada fase, la primer toma de muestra se realiza 6 minutos más tarde de iniciar la carga de la torre, para calcular el caudal experimental y verificar si se encuentra en el rango de alimentación. Pasados entre 15 a 18 minutos después de iniciarse la carga de la torre con la fase pesada, se inicia o activa el alimento de la fase liviana y a su vez se enciende el agitador mecánico y se verifica que la velocidad de agitación se encuentre en un rango de 70 a 150 rpm. El tiempo de carga de las fases es muy importante pues la duración de este es el que permite el contacto entre las fases y así la formación de la interfase, logrando una mayor separación de ácido acético.

Es importante prestar atención a la formación de la interfase, pues se busca que la descarga del extracto y refinado se logre hacer de manera simultánea. Si desaparece la interfase, es decir, la fase liviana empieza a desbordarse, se debe subir ligeramente el desbordamiento de la fase pesada en el regulador de nivel de la interfase.

La toma de muestras y descarga de extracto y refinado se hace simultánea, cuando se logre un volumen de 200ml en los decantadores. Se procede a verificar el volumen de la muestra y se separan 20 ml para titulación con el fin de estimar la concentración de ácido en las fases acuosa y orgánica, en donde para todas las muestras se utiliza como indicador fenolftaleína. Para llevar a cabo la titulación se prepara la solución de hidróxido de sodio a 1N, procedimiento que consiste en pesar 20 gr de NaOH, para una solución acuosa de 500 ml, y una solución de potasa

alcohólica bajo el mismo procedimiento utilizado en la preparación de la sosa para el cual se pesan 14,025 gr de KOH en 500 ml de etanol comercial para una solución al 0,5 N.

Una de las consideraciones que se pueden tener en cuenta para mejorar la separación, es controlar el tiempo de contacto entre las fases para lograr una amplia y buena interfase. El estudiante puede al iniciar la carga de la fase liviana, parar por cierto tiempo el alimento de la pesada y cuando ya se vea interfase formada, alternar la alimentación de la fase pesada.

4.3 DESARROLLO DE LA HERRAMIENTA EDUCATIVA

Se encuentra una parte introductoria, la cual es especial para afianzar los conocimientos de la operación unitaria, exhibiendo conceptos, antecedentes y demás generalidades, mostrando a los usuarios temas como: tipos de extracción, los diferentes equipos empleados para la extracción, características del disolvente y los posibles disolventes y los principales campos de utilidad de la extracción líquido-líquido. Complementándose con temas como la aplicación de la operación unitaria en termodinámica, sistemas ternarios entre otros. Además como se trata de dar soporte en el manejo y operación de la torre ELL, el programa cuenta con un capítulo el cual se denomina “desarrollo experimental” donde se simula el funcionamiento del equipo, dando así un enfoque real del proceso que se está abordando, además se presenta un protocolo de resultados, en el que se aborda las experiencias vividas en la puesta en marcha a punto del equipo durante el desarrollo de las prácticas. La visualización de la herramienta se puede hacer en el **Anexo C**.

Para propiciar un ambiente agradable y motivador se crean imágenes y gráficos que contemplan las explicaciones de los temas tratados. Las animaciones se realizaron

con el fin de ilustrar situaciones que no son fáciles de detallar o identificar en la vida real, por ejemplo detalles durante el funcionamiento de la torre ELL. En cuanto a animaciones gráficas se emplean esencialmente para identificar elementos presentes en el equipo de trabajo.

Para la realización del nuevo material educativo computarizado se trabaja con un paquete completo de Adobe el cual maneja las tres temáticas deseadas que son ilustración animación y redacción. El encargado de la ilustración es conocido como Adobe Illustrator una aplicación, diseñada para el desarrollo vectorial con grandes funciones. Este programa permite dibujar en perspectiva, crear patrones y editar cualquier objeto libremente. Cambia el tamaño, el degradado, los colores, la sombra y la transparencia, entre otros atributos. Además, se puede editar por capas, lo que permite realizar un trabajo muy detallado sin el temor de arruinar la imagen original.

En la **Figura 3** se muestra una parte de los gráficos utilizados y modificados con el menú y su respectiva barra de tareas del programa Adobe Illustrator.

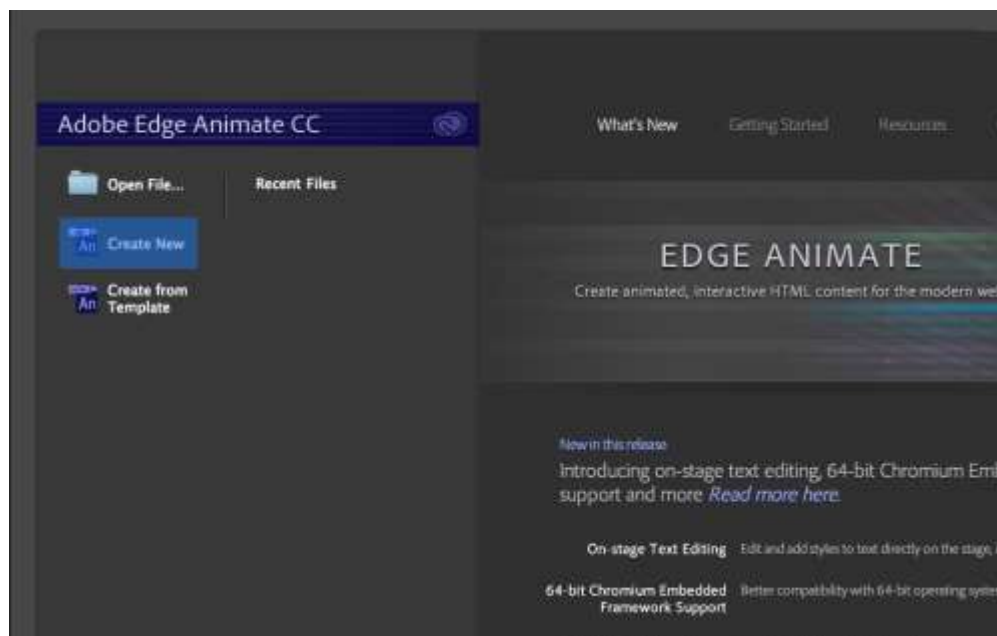
Figura 3. Pantalla Adobe illustrator.



Para la animación de los gráficos diseñados se trabaja con Adobe Edge Animate CC una vez en la pantalla de inicio como se ve en la **Figura 4**, se puede optar por abrir un proyecto ya comenzado o, por el contrario, crear uno nuevo de cero. Si se elige la segunda opción, dentro de la plataforma ofrece un tutorial básico de los botones y servicios más relevantes de la aplicación.

Esta es la interfaz de la aplicación cuando se está creando una animación (ver **Figura 5**) En la parte izquierda, se aprecia la zona de propiedades donde se pueden ajustar todos los parámetros relacionados con las imágenes que aparecerán posteriormente en el navegador.

Figura 4. Pantalla principal de Edge Animate.



En la parte central se sitúa la disposición de las imágenes, que serán las que van a ser modificadas o intercambiadas en el proceso de animación. En la parte baja de la aplicación existe una línea de tiempo en la cual se realizan las transiciones de las imágenes con un tiempo determinado. Por último en la parte derecha se aprecia el

conjunto de imágenes que intervienen o que van a ser manipuladas para la animación como se puede ver en la **Figura 5**.

Figura 5. Pantalla con el menú y barra de herramienta adobe Edge Animate.



4.4 VALORACIÓN DE LA HERRAMIENTA

Para la aprobación del material computarizado se realizaron tres pruebas al ejecutable donde se evaluó su integridad y desempeño:

4.4.1 VALORACIÓN

Es la primera prueba, la prueba preliminar realizada con los docentes, director y el codirector del proyecto y estuvo basada en realizar correcciones gramaticales, de satisfacción al usuario y de cumplimiento de los objetivos trazados.

4.4.2 RESULTADOS PRUEBA PILOTO

Se contó con la participación de 5 estudiantes de Ingeniería Química y 5 profesionales con desempeño en: Diseño Gráfico, Ingeniería Química, manejo de equipo de laboratorio y Sistemas, donde su punto de vista del material educativo fue valioso para las correcciones aplicadas al ejecutable. Por medio de una encuesta (ver anexo B) se evaluó la eficacia del programa en lo ejecutado hasta el momento y se procedió a analizar los resultados de dicha encuesta, donde se encontró que: el 80% de los encuestados reportaron errores gramaticales, un 40% errores ortográficos y un 40 % errores de redacción; por otra parte se concluye que la herramienta computacional es atractiva y de agrado a los usuarios, debido a que la calificación de la evaluación de conformidad es del 96% a favor de la herramienta. Los resultados se pueden observar en detalle en el anexo D.

Posterior a esto, se llevaron a cabo correcciones en acentos, espacios e imágenes que cubrían enlaces. De igual forma en la parte de sugerencias se tuvo en cuenta la poca visibilidad de algunos logos e iconos para el usuario.

4.4.3 RESULTADOS PRUEBA FINAL

La prueba final es donde el ejecutable se pone a prueba, se realizó con 5 estudiantes y por medio de una lista de chequeo (ver anexo E) se evaluó la capacidad que tiene el estudiante de poner en marcha la torre de ELL después de haber manejado e interactuado con el programa educativo.

La aplicación de la prueba final fue exitosa, ya que los criterios de evaluación fueron puntuales a la hora de determinar si el estudiante sabía o no la operación de la torre permitiendo evaluar la eficacia de la herramienta como ayuda educativa. Esta prueba concluyó que el 80% de los estudiantes realizó la operación de la torre correctamente y solamente un 20% presentaron algunas falencias debido a la

incompleta revisión del material expuesto en la herramienta, tales como: medición de volúmenes iniciales de carga, toma de tiempo de operación, uso de elementos de seguridad e identificación de fases de descarga.

Durante la ejecución de la práctica el estudiante no cumple con el protocolo de seguridad establecido en el laboratorio, a pesar que en la sección de materiales y reactivos del programa educativo se indican los requerimientos de seguridad necesarios para esta práctica, por lo que se recomienda al docente que supervisa hacer énfasis en el uso de los elementos de protección.

4.4.4 IMPLEMENTACIÓN

El programa educativo computarizado se va a dejar a disposición de la plataforma virtual de aprendizaje de la Universidad Industrial de Santander, (tic.uis.edu.co). En el anexo F se muestra como aparece la herramienta dentro de esta plataforma, de igual manera se puede acceder a este mediante este link de fácil acceso.

<http://tic.uis.edu.co/users/archivos/web/ELL/Extraccion%20Liquido-Liquido/>

5 CONCLUSIONES

Para llevar a cabo el desarrollo de la metodología educativa a aplicar en el laboratorio de Ingeniería Química, se realizaron prácticas experimentales logrando poner en marcha la torre de ELL aplicando los protocolos establecidos por el fabricante para la correcta ejecución de la práctica por parte de los estudiantes y la supervisión de los docentes de la asignatura.

A partir de la experiencia vivida durante la ejecución de dichas prácticas, se crearon ayudas audiovisuales explicando el funcionamiento del equipo de laboratorio y los parámetros a tener en cuenta a la hora de llevar a cabo la realización de la práctica experimental.

Durante el desarrollo del proyecto se enfatizó en los propósitos trazados para satisfacer la necesidad educativa, donde el material creado fue aprobado a satisfacción del usuario, debido a la selección y uso de programa tales como *Adobe Edge Animate*, *Adobe Illustrator*, *Adobe Acrobat Reader*, *Adobe InDesign CC*, los cuales hacen de la herramienta un paquete liviano, portable, de libre acceso y de fácil manejo.

Cabe mencionar que la herramienta desarrollada para la práctica de ELL en este proyecto no es comercial y el proceso de operación unitaria utilizado es a escala de laboratorio y sus parámetros de diseño están ajustados para prácticas experimentales.

De igual manera la herramienta computarizada desarrollada en este trabajo de grado es de gran ayuda para los docentes de la Universidad debido que al emplearlo se fortalecen las nuevas técnicas de enseñanza-aprendizaje y así aumenta la calidad de la enseñanza a los estudiantes.

La validación de la herramienta se logró mediante dos pruebas que midieron la aprobación del contenido del ejecutable y la puesta en marcha del equipo de ELL. Asimismo, se gestionó con el centro para el desarrollo de la docencia CEDEDUIS la implementación del programa educativo en la plataforma virtual de la universidad, en donde estará a disposición de los estudiantes del laboratorio de procesos II.

6 RECOMENDACIONES

- El presente trabajo es el comienzo de una serie de implementaciones de herramientas educativas en los equipos que se estudian en el laboratorio de procesos I y II, dando posibilidad al desarrollo de un gran número de trabajos de grado en modalidad docencia y así tratar de normalizar y mejorar la calidad de la metodología enseñanza-aprendizaje en las prácticas de laboratorio.
- Se recomienda al usuario que para mayor entendimiento del tema a tratar dedique el tiempo suficiente para interactuar con la herramienta educativa, de modo que a la hora de llevar los conocimientos a la práctica tenga un buen desempeño en el desarrollo experimental y uso del equipo de laboratorio.
- Aunque el material informativo del programa viene sujeto a las condiciones de operación en ELL de ácido acético de acetato de etilo en agua cabe destacar que las prácticas sugeridas en el manual de operación del fabricante y otras prácticas podrían ser realizadas cuando el laboratorio cuente con los reactivos y recursos apropiados para realizarlos.
- Dada la importancia de la realización de prácticas experimentales por parte de los estudiantes es conveniente que se verifique el buen estado del equipo de ELL que impidan llevar a cabo la ejecución de la práctica de laboratorio.
- El equipo de ELL presenta excesiva sensibilidad en la variación del flujo de entrada a la torre en los rotámetros, por lo que se sugiere que se preste mayor atención en el desarrollo del manejo del equipo.

- Dado el gran número de estudiantes previstos a desarrollar la práctica experimental, se recomienda a la Escuela de Ingeniería Química ampliar la disponibilidad de implementos de seguridad, necesarios para la operación de ELL debido a que se manipulan reactivos medianamente tóxicos.

BIBLIOGRAFÍA

CHACON BUSTOS, Álvaro Enrique. Desarrollo de materia educativo computarizado (MEC) como recurso en el aprendizaje de la asignatura microbiología industrial. Bucaramanga: Trabajo de grado Ingeniero Químico. Universidad industrial de Santander, Facultad de Ingenierías Fisico-Químicas, Escuela de Ingeniería Química, 2014

GALVIS PANQUEVA, A. H. Ingeniería de software educativo. Bogotá,CO: Ediciones Uniandes. (1992).

HENLEY, E., & SEADER, J. Equilibrium - Stage Separations Operations in Chemical Engineering. Jhon wiley and sons Inc. (1981)

HERNÁNDEZ REQUENA, E. El modelo constructivista con las nuevas tecnologías: con las nuevas tecnologías:. 5 . (2008).

MARCILLA GOMIS, A. Introducción a las Operaciones de Separación: Cálculo por etapas de equilibrio. Murcia, ES. : Universidad Alicante, 1999

MONEREO , C., CASTELLO , M., & CLARIANA, M. Estrategias de enseñanza y aprendizaje Grao:Mx. (2007).

PIGNAT, S.. *Extracción Líquido - Líquido con agitación Ref ELA/2000*. Francia. (2009)

SIERRA VARÓN, C. La educación virtual como favorecedora del aprendizaje autónomo. (2011).

UNESCO. *Las tecnologías de la información y la comunicación en la formación docente.* . Uruguay : Trilce . (2004).

ANEXOS

ANEXO A. ENCUESTA PARA IDENTIFICAR ASPECTOS DE LA NECESIDAD EDUCATIVA.

ENCUESTA INFORMATIVA LABORATORIO DE PROCESOS

Descripción del usuario:

Sexo F M

¿Conoce usted el laboratorio de la escuela de ingeniería química?

Sí No

¿Ha realizado prácticas en el laboratorio de la escuela de ingeniería química?

Sí No

Cree usted que carece de información acerca del funcionamiento y manejo del equipo(s) del laboratorio? ¿Sí?, ¿No? ¿Por qué?

¿De qué manera quisiera usted recibir información acerca del manejo de los equipos de laboratorio?

___ Charlas grupales.

___ Guía con explicación paso a paso.

___ Herramienta virtual.

___ Video tutorial.

¿Antes de realizar un laboratorio toma como base solamente la elaboración del preinforme de la práctica?

Sí No

¿Qué aspectos en la metodología de la enseñanza del laboratorio de procesos de la escuela de Ingeniería Química cree que necesitan ser mejorados?

RESPUESTAS DE LA ENCUESTA

Esta encuesta fue realizada con una muestra de 105 estudiantes de la Escuela de Ingeniería Química de diferentes semestres con el fin de saber la necesidad del proyecto.

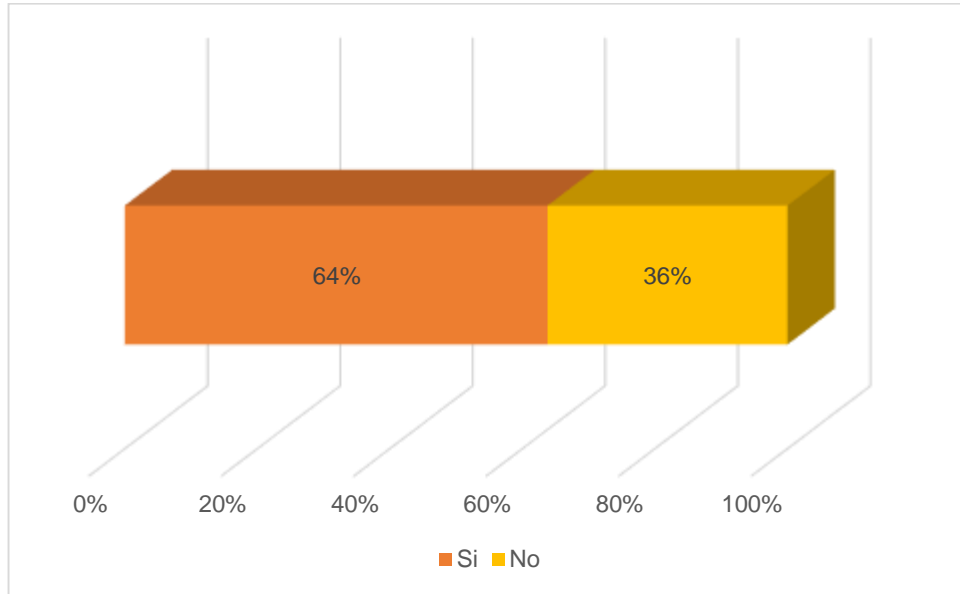


FIGURA A1. Porcentaje de estudiantes que conocen o no el laboratorio de la escuela de ingeniería química.

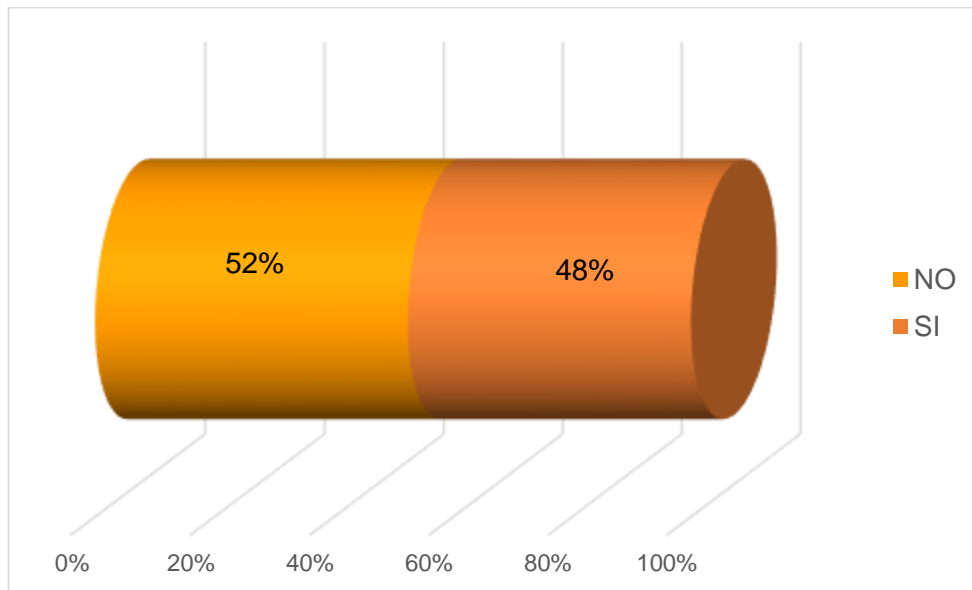


FIGURA A2. Porcentaje de estudiantes que ha realizado prácticas en el laboratorio de la escuela de ingeniería química.

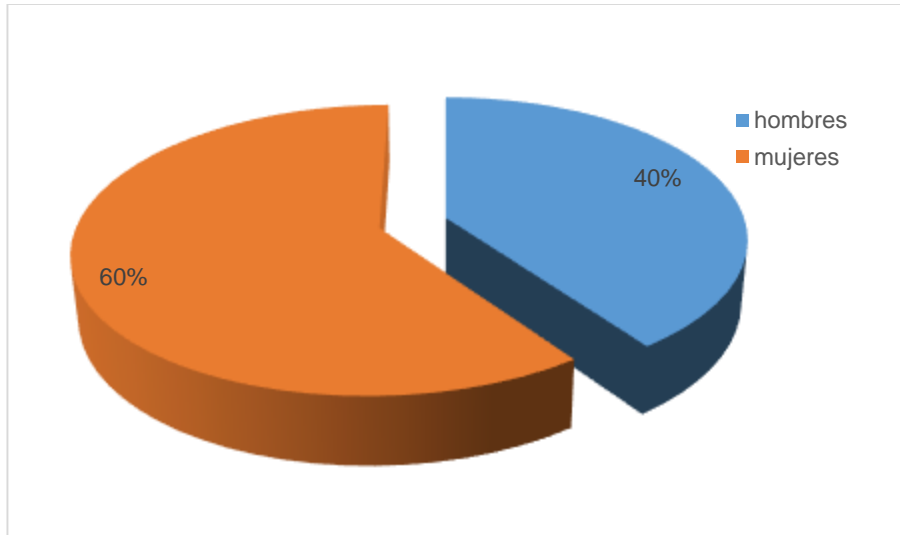


FIGURA A3. Distribución de los usuarios por género..

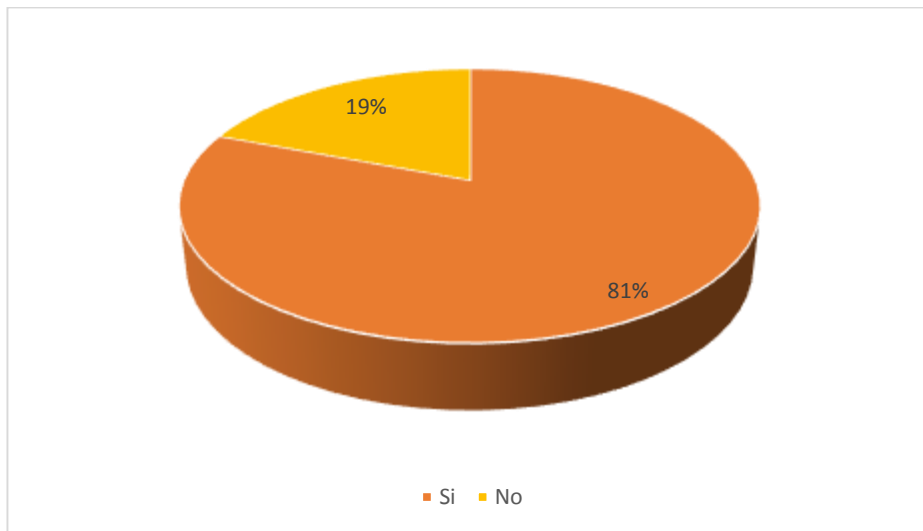


FIGURA A4. Porcentaje de si carece de información acerca del funcionamiento y manejo de los equipos del laboratorio.

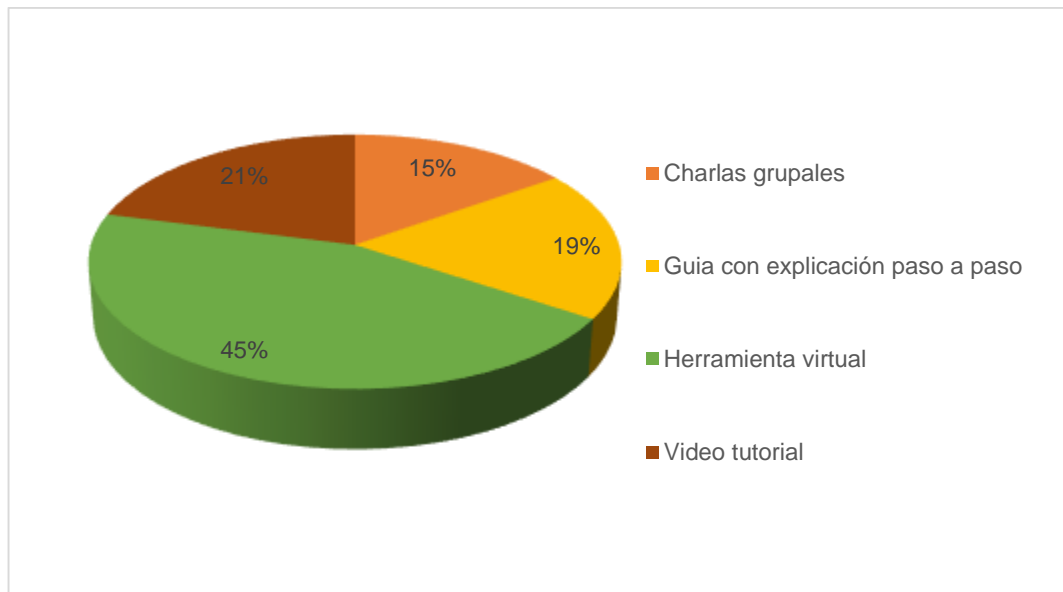


FIGURA A5. Método de preferencia de los estudiantes para recibir información académica.

ANEXO B.PRUEBA PILOTO

METODOLOGÍA DIDÁCTICA PARA EL MANEJO DE LA TORRE ELL DE LA ESCUELA DE INGENIERÍA QUÍMICA

Prueba piloto

Objetivo: detectar errores gramaticales, ortográficos, de redacción, de presentación de imágenes o animación de la interfaz, incluso la falta de claridad para exponer el tema tratado en el programa.

1. Se presentan errores de navegación y en los vínculos presentes dentro del programa. Sí No

Indique el tipo de error y especifique su ubicación dentro del programa.

2. Identifique si existe algunos de los siguientes errores.

Tipo de error	Si	No
Gramaticales		
Ortográficos		
De redacción		
Claridad en la presentación del contenido		

Indique el tipo de error y especifique su ubicación dentro del programa.

3. Evaluación entorno visual

Clasifique de manera correcta su respuesta a cada enunciado tomando como criterio de evaluación: 5= excelente, 4=muy bueno, 3= bueno, 2= regular, 1 malo.

Enunciado	1	2	3	4	5
Es atractivo el diseño de las pantallas					
La adecuación de las imágenes y gráficos de textos es					
El tipo de fuente, color, tamaños y efectos es					
La calidad de animación y de imagen es					

4. Criterios de manejo

El funcionamiento de esta herramienta considera que es apropiada, de forma simple y natural. Sí No

5. Sugerencias

ANEXO C. VISUALIZACIÓN DE LA HERRAMIENTA EDUCATIVA

Esta es la imagen de inicio a la herramienta a trabajar:



FIGURA C1. Página de presentación a la herramienta.

A continuación se presentaran los contenidos consignados en la herramienta



FIGURA C2. Generalidades.

PRÁCTICA EXPERIMENTAL TORRE DE EXTRACCIÓN LÍQUIDO-LÍQUIDO

CONCEPTOS

Un ejemplo de una separación se realiza por extracción y separación de **ácido acético del agua**, que se utiliza normalmente, **acetato de etilo** como disolvente (ácido acético con alta pureza se utiliza en producción de ésteres o de acetato de celulosa).

También otros ácidos carboxílicos son por lo general purificados utilizando el proceso de extracción, empleando **benzene** como disolvente en algunos casos.

En la purificación de mezclas acuosas de alcohol también puede recurrir a la extracción de superar el punto azeotrópico.

Otra aplicación común de extracción y purificación de aminas y también en la producción de perfumes y esencias.

CONCEPTOS

Para ver más descarga el PDF

DESCARGAR PDF AYUDA LICENCIA DESCRIPCIÓN

FIGURA C3. Conceptos. FUENTE: AUTORES

PRÁCTICA EXPERIMENTAL TORRE DE EXTRACCIÓN LÍQUIDO-LÍQUIDO

MATERIALES, REACTIVOS E IMPLEMENTOS DE SEGURIDAD

Bata Anti fluidos

Zapato Cerrado

Gafas De Seguridad

Jeans

Guantes

Tapabocas Industrial

Implementos

Materiales

Sustancias

DESCARGAR PDF AYUDA LICENCIA DESCRIPCIÓN

FIGURA C4. Materiales, reactivos e implementos de seguridad

PRÁCTICA EXPERIMENTAL **TORRE DE EXTRACCIÓN LÍQUIDO-LÍQUIDO** INICIO

DESARROLLO EXPERIMENTAL



DESCRIPCIÓN DEL EQUIPO

1. Bidón de almacenamiento de la fase pesada, capacidad 10 L.
2. Bomba peristáltica, regulación el flujo por variación de la velocidad del motor.
3. Rotámetro de flotador, Flujo Fase pesada.
4. Bidón de almacenamiento de la fase ligera, capacidad 10 L.
5. Bomba de engrase cubeta de Inoc/PTFE regulador el flujo por variación de la velocidad del motor.
6. Rotámetro de flotador, Flujo Fase ligera.
7. Decantador de vidrio con salida de la fase ligera, alimentación de la fase pesada y descarga de la columna.
8. Columna de vidrio DN25, altura 2m, de platos metálicos.
9. Decantador de vidrio con salida de la fase pesada, alimentación de la fase ligera y descarga de la columna.
10. Agitador de velocidad variable, 30 filos tipo Rushton.
11. Sistema de regulación del nivel de la interfase por medio de un dispositivo lateral.
12. Bidón de almacenamiento 10 L, del extracto, polietileno con bombilla de detente de volumen conocido y válvula de aislamiento.
13. Bidón de almacenamiento 10 L, del residuo, polietileno con bombilla de detente de volumen conocido y válvula de aislamiento.

para ver más descarga el PDF

Descripción
Práctica

DESCARGAR TUTORIAL INICIO CONTACTO DONACIÓN BIBLIOTECA

FIGURA C5. Desarrollo experimental.

PRÁCTICA EXPERIMENTAL **TORRE DE EXTRACCIÓN LÍQUIDO-LÍQUIDO** INICIO

ANÁLISIS

Se puso en marcha la torre de **EXTRACCIÓN LÍQUIDO-LÍQUIDO** con la supervisión del ingeniero encargado del equipo y bajo el estudio del manual de operación, donde se llevó a cabo una serie de prácticas con el fin de encontrar los parámetros iniciales y finales de la operación.

Para analizar los datos obtenidos en la práctica experimental se recomienda navegar en el siguiente enlace tutorial donde tendrá una experiencia de simulación de gran ayuda para este laboratorio.

[Extracción Líquido-Líquido Wolfram](#)



para ver más descarga el PDF

DESCARGAR TUTORIAL INICIO CONTACTO DONACIÓN BIBLIOTECA

FIGURA C6. Análisis

En la herramienta se encuentra consignados una serie de PDF para ampliar la información lista para descargar mostrándose así.

1. CONOCIMIENTOS TEÓRICOS

La extracción líquida llamada algunas veces extracción con disolventes, es la separación de los componentes de una solución líquida por contacto con otro líquido insoluble y, por ende una de la diversas operaciones de transferencia de masa en la tecnología química. Las operaciones de transferencia de masa suelen basarse en la distribución desigual en el equilibrio de las sustancias que han de separarse entre dos fases mutuamente insolubles; aquí el término "fase" se emplea en el sentido fisicoquímico. [1]

La extracción en fase líquida es la operación de transferencia de masa en un sistema de dos fases líquidas. Si las sustancias que componen la solución original se distribuyen en distinta proporción entre las dos fases líquidas, se puede lograr cierto grado de separación, que puede incrementarse aumentando el área de interfaces o las condiciones de temperatura y presión. [1]

Algunas veces la extracción por disolvente se usa como una alternativa a la separación por destilación o evaporación. Por ejemplo, el ácido acético se separa del agua por destilación o por extracción con disolvente, usando un disolvente orgánico. [2]

En la industria farmacéutica algunos productos como la penicilina se presentan en mezclas de fermentación bastante complejas, y se usa la extracción con líquido para separar la penicilina. Muchas separaciones de metales se llevan a cabo comercialmente por extracción de soluciones acuosas, como cobre-hierro, uranio-vanadio y tantalio-columbio.



FIGURA C7. Formato de PDF

ANEXO D. RESULTADOS PRUEBA PILOTO

Número de orden	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Se presentan errores de navegación y en los vínculos presentes dentro del programa (SI o NO)	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO
Identifique si existe algunos de los siguientes errores (G:Gramatical, O:Ortografico, R:Redacción, C:Claridad)	G,O	G,O	G,R	G	O	G,R	G,O	G,R	G	R
Evalué= 5:Excelente, 4:Muy Bueno, 3:Bueno, 2:Regular,1:Malo										
Es atractivo el diseño de las pantallas	5	5	5	4	4	3	5	5	4	5
La adecuación de las imágenes y gráficos de textos es	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
El tipo de fuente, color, tamaños y efectos es	5	5	4	5	4	5	4	5	5	5
La calidad de animación y de imagen es	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
El funcionamiento de esta herramienta considera que es apropiada, de forma simple y natural. (SI o NO)	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI

ANEXO E. PRUEBA FINAL

CHECK – LIST MANEJO DE LA TORRE ELL EN EL LABORATORIO DE INGENIERÍA QUÍMICA

Actividad	Si	No	Observaciones
Verifica que el equipo se encuentre conectado			
Se cerciora de que las válvulas se encuentren cerradas			
Corroborar el volumen en los recipientes de alimentación			
Inicia la carga de la torre con la fase pesada			
Regula el flujo de alimentación de la fase pesada			
Observa el tiempo de operación y nivel de carga en la torre			
Detiene la alimentación de la fase pesada			
Enciende la agitación mecánica			
Inicia la carga de la fase liviana en la torre			
Regula el flujo de alimentación de la fase liviana			
Enciende la carga de la fase pesada cuando ya existe interface			
Establece el nivel de descarga en el sistema de regulación de nivel			
Finaliza el funcionamiento del equipo			

ANEXO F. ACCESO A LA PLATAFORMA VIRTUAL DE LA UIS

Para ingresar a la plataforma virtual de aprendizaje cabe destacar que de ser miembro de la Universidad Industrial De Santander.



The screenshot shows the login and registration interface of the Universidad Industrial de Santander's virtual learning platform. The page is titled "AULA VIRTUAL DE APRENDIZAJE" and features a navigation menu with options like "Página Principal", "UIS", "Vicerrectoría Académica", "CICEROA", "INIC", and "Inicio".

On the left, under "Usuarios registrados", there is a login form with the following text: "Entre aquí usando su nombre de usuario y contraseña (Las 'Comas' deben estar habilitadas en su navegador)". Below this is a warning icon and text: "Su sesión ha excedido el tiempo límite. Por favor, ingrese de nuevo:". The form includes input fields for "Nombre de usuario" and "Contraseña", an "Enviar" button, and a checkbox for "Recordar nombre de usuario".

On the right, under "Registrarse como usuario", there is a note: "Debido a que el Aula Virtual se encuentra enlazada con el Sistema de Información Académica, no es posible registrarse como usuario." Below this, it states: "Para iniciar sesión en el aula virtual, tenga en cuenta las siguientes instrucciones:" followed by a bulleted list:

- Si es usuario **profesor**, el nombre de usuario es el nombre del Sistema de Información Académica y la contraseña de las nuevas versiones.
- Si es **estudiante**, deberá usar el código como nombre de usuario y la contraseña del Sistema de Información Académica.
- Si es **estudiante de alguna de las sedes regionales**, deberá usar la letra "R" seguida del código de estudiante como nombre de usuario y la contraseña la letra "R" seguida del código de estudiante.

FIGURA F1. Registro de usuario

Se debe ingresar a la Facultad de Ingenierías Físico Químicas en Ingeniería Química encontrarán un curso llamado Laboratorio De Procesos II

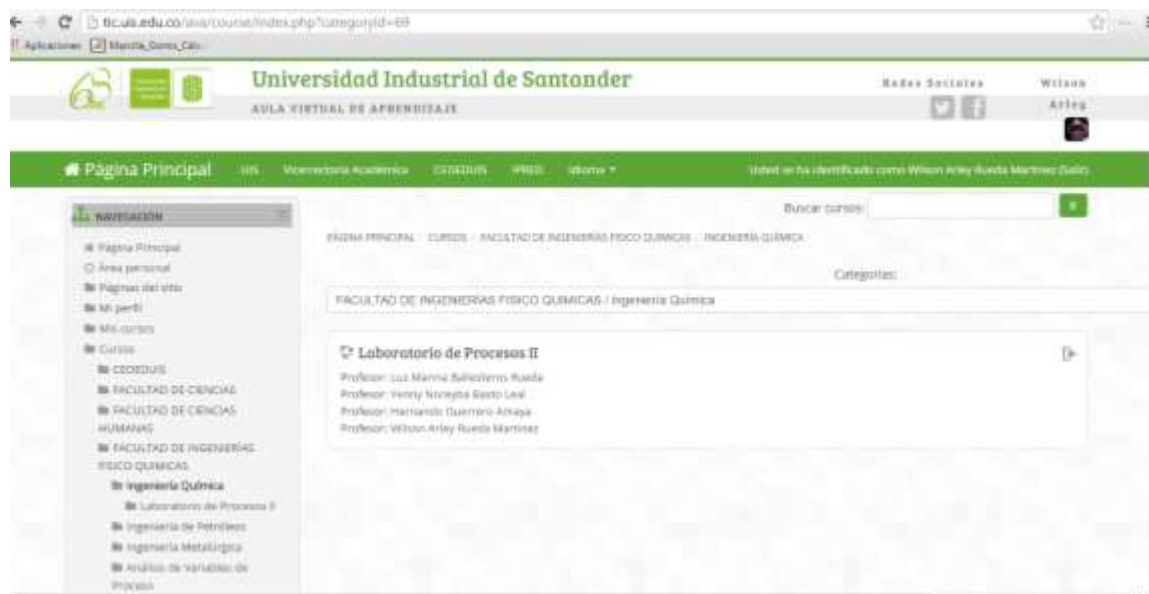


FIGURA F2. Curso Laboratorio de Procesos II.

Para tener acceso al curso se debe poner en contacto con el Ingeniero encargado de la plataforma virtual.



FIGURA F3. Acceso a la herramienta