

DESARROLLO HERRAMIENTA TECNOLÓGICA SABER PRO

Desarrollo De Una Herramienta Tecnológica Como Apoyo Para La Preparación En La Prueba
Saber PRO Del Programa De Ingeniería Química

Lizeth Katherine Garcia Gamboa Y Karol Dayana Ortiz Silva

Trabajo de Grado como requisito para optar el título de Ingeniero Químico

Director:

Gustavo Emilio Ramírez Caballero

Ing. Químico, Ph. D

Codirector:

Iván Eliecer Suárez Acelas

Ing. Químico

Universidad Industrial De Santander

Facultad De Ingenierías Fisicoquímicas

Escuela De Ingeniería Química

Bucaramanga

2021

CONTENIDO

INTRODUCCIÓN	10
1 ESTADO DEL ARTE	12
2 OBJETIVOS	19
2.1 OBJETIVO GENERAL.....	19
2.2 OBJETIVOS ESPECIFICOS	19
3 DESCRIPCIÓN METODOLÓGICA	20
3.1 Encuesta y búsqueda bibliográfica	20
3.2 Estructura de la herramienta.....	21
3.3 Material educativo	21
3.4 Realización de cuestionarios	22
3.5 Temáticas de profundización.....	22
3.6 Realización de la plataforma y validación.....	23
4 RESULTADOS	24
4.1 ANALISIS DE LA PERCEPCIÓN ESTUDIANTIL CON LA APLICACIÓN DE UNA ENCUESTA	24
4.1.1 Perspectiva sobre la prueba SABER PRO	24
4.1.2 Muestreo de encuestados.....	24
4.1.3 Desarrollo de la encuesta.....	26
4.1.4 Resultados de la encuesta.	27

	3
DESARROLLO HERRAMIENTA TECNOLÓGICA SABER PRO	
4.2 BÚSQUEDA BIBLIOGRÁFICA.	29
4.3 ESTRUCTURA DE LA HERRAMIENTA TECNOLÓGICA.....	29
4.3.1 Video Introductorio.	29
4.3.2 Desarrollo del enfoque en Diseño de Reactores.....	30
4.3.3 Simulacro Saber PRO en el componente específico de diseño de procesos industriales.	
35	
4.4 VALIDACIÓN DE LA HERRAMIENTA TECNOLÓGICA.....	35
4.4.1 Página principal: Generalidades sobre la prueba Saber PRO.....	36
4.4.2 Diseño de reactores.....	36
4.4.3 Apuntando ando.	36
4.4.4 Ojeando ando.....	37
4.4.5 Curioseando ando.....	38
4.4.6 Simulacro.	38
5 CONCLUSIONES	39
6 RECOMENDACIONES.....	40
BIBLIOGRAFÍA	41
ANEXOS.....	44

DESARROLLO HERRAMIENTA TECNOLÓGICA SABER PRO

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 Logo VideoScribe	16
Figura 2 Logo Canva.....	17
Figura 3 Logo Creately	17
Figura 4 Logo plataforma TIC UIS.....	18
Figura 5 Logo Youtube	18
Figura 6 Orden metodológico de desarrollo.....	20
Figura 7. Gráfico de resultados a la pregunta "¿Ha presentado en alguna ocasión la prueba SABER PRO?"	25
Figura 8 Diagrama de flujo organización de la encuesta	27
Figura 9 Gráfico de resultados a la pregunta ¿Considera necesario realizar una herramienta educativa preparatoria para las competencias específicas de la prueba saber PRO? realizada a egresados	28
Figura 10 Gráfico de resultados a la pregunta ¿Considera necesario realizar una herramienta educativa preparatoria para las competencias específicas de la prueba Saber PRO? realizada a estudiantes activos.....	28
Figura 11 Gráfico de resultados a la pregunta ¿En cuál componente específico tuvo mayor grado de dificultad a la hora de presentar la prueba?	28
Figura 12 Subtemas de la temática diseño de reactores	30
Figura 13 Página principal	36
Figura 14 Pantallazo video introductorio a la plataforma	36
Figura 15 Pantallazo de sección "apuntando ando"	36
Figura 16 Pantallazo de sección "ojeando ando"	37

DESARROLLO HERRAMIENTA TECNOLÓGICA SABER PRO

Figura 17 Pantallazo de sección "practicando ando"	37
Figura 18 Validación de los cuestionarios.	37
Figura 19 Pantallazo de sección "curioseando ando"	38
Figura 20 Pantallazo de sección "simulacro"	38

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Valor de Z teniendo en cuenta el nivel de confianza (Aguilar, 2005)	25
Tabla 2. Valor d teniendo en cuenta el nivel de confianza (Aguilar, 2005).....	26
Tabla 3. Contenido herramienta tecnológica.....	32

DESARROLLO HERRAMIENTA TECNOLÓGICA SABER PRO

LISTA DE ANEXOS

ANEXO A MANUAL DE USO DE LA HERRAMIENTA VIRTUAL.....	44
ANEXO B. PREGUNTAS REALIZADAS EN LA ENCUESTA.....	52
ANEXO C. RESULTADOS DE LA ENCUESTA.....	59
ANEXO D. PREGUNTAS CUESTIONARIOS “PRACTICANDO ANDO”	68
ANEXO E. PREGUNTAS SIMULACRO	105

DESARROLLO HERRAMIENTA TECNOLÓGICA SABER PRO

RESUMEN

Título: Desarrollo de una herramienta tecnológica como apoyo para la preparación en la prueba saber pro del programa de ingeniería química. *

Autoras: Lizeth Katherine Garcia Gamboa Y Karol Dayana Ortiz Silva**

Palabras Clave: Saber PRO, Metodología basada en casos, taxonomía de Bloom, ICFES.

Descripción: El presente trabajo de grado realizó la elaboración de una herramienta tecnológica para la preparación de las pruebas Saber PRO en el componente específico de Diseño de Procesos Industriales con enfoque a diseño de reactores del programa de Ingeniería química de la Universidad industrial de Santander, se llevó a cabo una encuesta con la ayuda de Google Forms para analizar y tener en cuenta la percepción del estudiante y egresado, en esta se observó la necesidad por reforzar conocimientos vistos a lo largo del programa y además conocer la manera en la que evalúa el ICFES estas pruebas.

Las metodologías educativas utilizadas fueron: la taxonomía de Bloom para el desarrollo de la herramienta en diferentes niveles de aprendizaje (recordar, comprender, aplicar, analizar, sintetizar y evaluar), y la basada en casos para la elaboración del simulacro ya que en esta hace énfasis el ICFES, son flexibles y aplicables a la presencialidad remota. Para la creación del entorno virtual amigable se utilizó el aula virtual de la Universidad, que cuenta con recursos para integrar las actividades propuestas. Estas actividades se fundamentan en una búsqueda bibliográfica llevada a cabo en las bases de datos de la Biblioteca Central de la UIS y se dividen en 5 fases que son: apuntando ando (apuntes, resúmenes, diagramas), ojeando ando (videos), curioseando ando (material de interés extra), practicando ando (cuestionarios con tres niveles de dificultad) y autoevalúate (simulacro del componente específico), su creación fue hecha con la ayuda de las plataformas digitales como: Canva, VideoScribe, Creadly y la creación de un canal en Youtube. Finalmente, se ha validado el correcto funcionamiento de todas las funciones incluidas en la plataforma digital.

DESARROLLO HERRAMIENTA TECNOLÓGICA SABER PRO

ABSTRACT

Title: Development of a technological tool as a support for the preparation in the saber pro test of the chemical engineering program. *

Authors: Lizeth Katherine Garcia Gamboa Y Karol Dayana Ortiz Silva**

Keywords: Saber PRO, case-based methodology, Bloom's taxonomy, ICFES

Description: The follow graduation project carried out the elaboration of a technological tool for the preparation of the Saber PRO tests in the specific component of Industrial Process Design with a main focus on reactor design of the Chemical Engineering program of the Industrial University of Santander. A survey was performed with the help of Google Forms to analyze and consider the perception of the student and graduate, in which the need to reinforce knowledge seen throughout the program was observed and also to know the way in which the ICFES evaluates these tests.

The educational methodologies used were: Bloom's taxonomy for the tool's development at different learning levels (to remember, understand, apply, analyze, synthesize, and evaluate), and the one based on cases for the preparation of the mock exam since the ICFES emphasizes on it, they are flexible and applicable to remote presence. For the creation of the friendly virtual environment, the virtual classroom of the University was used, which has resources to integrate the proposed activities. These activities are based on a bibliographic search carried out in the databases of the Central Library of the UIS and are divided into 5 phases which are: apuntando ando (notes, summaries, diagrams), ojeando ando (videos), curiosoando ando (material of extra interest), practicando ando (questionnaires with three levels of difficulty) and autoevalúate (simulation of the specific component), its creation was made with the help of digital platforms such as: Canva, VideoScribe, Creadly and the creation of a Youtube channel. Finally, the correct operation of all the functions included in the digital platform has been validated.

INTRODUCCIÓN

El Instituto Colombiano para la Evaluación de la Educación ICFES tiene como objetivo realizar la evaluación de la formación en todos los niveles educativos mediante exámenes estandarizados. En el caso de las instituciones de educación superior (IES), el Examen de Estado de Calidad se llama Saber PRO y tiene como objetivo comprobar el grado de desarrollo de las competencias de los estudiantes, lo cual sirve de insumo para la construcción de políticas de calidad educativa. En este examen se evalúan competencias genéricas y competencias específicas de acuerdo con el área de conocimiento de cada programa usando la metodología basada en casos (ICFES; Ministerio de educación, 2016), esta presenta situaciones problemáticas de la vida cotidiana en donde se debe analizar, discutir y presentar diferentes rutas para su solución (TEC de Monterrey, 2010). El módulo de diseño de procesos industriales es un componente específico que se destaca por la aplicación de conocimientos propios de las ciencias y la ingeniería química (ICFES, 2019).

Para analizar los resultados de la prueba se usan 4 niveles de desempeño siendo 1 el más bajo y 4 el más alto. En el 2019, el programa de Ingeniería Química de la Universidad Industrial de Santander (UIS) obtuvo un puntaje promedio de 148 en el módulo de diseño de procesos industriales, que corresponde al nivel de desempeño 2. En contraste, el programa que obtuvo mejor puntaje promedio nacional fue de 176 que corresponde al nivel 3. También se observa que solo el 36% de los estudiantes UIS que presentaron el módulo se ubicaron dentro de los niveles más altos, caso contrario con el programa académico del mejor puntaje promedio, donde el 78% de sus estudiantes se ubicaron en los niveles 3 y 4. Estos resultados son similares a los obtenidos en el 2017, año con resultados comparables según las bases de datos del ICFES (ICFES, Sin fecha).

DESARROLLO HERRAMIENTA TECNOLÓGICA SABER PRO

Por lo tanto, para mejorar este desempeño respecto al promedio nacional se realiza como estrategia de capacitación una herramienta digital del módulo de “Diseño de procesos industriales” enfocada a “Diseño de reactores”. Esto con el fin de brindarle al estudiantado un primer acercamiento a la prueba Saber PRO en su componente específico y la metodología evaluativa que implementa.

DESARROLLO HERRAMIENTA TECNOLÓGICA SABER PRO

1 ESTADO DEL ARTE

Las pruebas de estado son el mecanismo obligatorio de evaluación para la educación superior elaboradas por el ICFES en el cual se evalúan competencias como razonamiento cuantitativo, competencias ciudadanas, inglés, comunicación escrita y competencias de profundización en el programa académico (Decreto 3963, 2009), permitiendo al país medir la calidad de la educación dentro del mismo y mejorar constantemente en este ámbito, por ende, se ha visto la necesidad de establecer los factores que afectan el rendimiento de los estudiantes. Campy y Cubaqué realizaron un análisis comparativo entre los resultados en la prueba Saber PRO de Ingeniería Industrial y el rendimiento académico usando un diagrama de árbol de problemas donde concluyen que el nivel de entendimiento y motivación de cada estudiante, la metodología de los profesores y el origen sociocultural influyen razonablemente en la calidad de las pruebas, recomendando la preparación adecuada y concientización de la importancia de la prueba en el estudiantado (Cubaqué & Campy Pérez, 2016).

En otros estudios se evaluaron los resultados obtenidos y plantearon una ruta de mejoramiento para la prueba, por ejemplo, Ramos et al. realizaron una interpretación del reporte académico del programa de Derecho y propusieron elaborar programas de capacitaciones y talleres a docentes y estudiantes, diseñar módulos virtuales y banco de preguntas, revisión de la normativa institucional para exigir un nivel mínimo como requisito de grado y elaborar un proyecto en el plan de fortalecimiento institucional (Ramos, Ravelo, Vargas, Torres, & Luna, 2017). Asimismo, Guáqueta presentó un plan de mejoramiento orientada a los resultados de la prueba Saber Pro para el programa de ingeniería en telecomunicaciones; como primera medida realizan un análisis mediante una encuesta a los estudiantes, segundo, se socializa con los docentes y tercero, se identifican los factores de mayor impacto. Los resultados muestran que se debe mejorar los hábitos

DESARROLLO HERRAMIENTA TECNOLÓGICA SABER PRO

de estudio, preparar por medio de un curso especializado, realizar retroalimentación inmediata, reforzar la habilidad lectora en el aula de clase, incluir material de apoyo y otras didácticas para el desarrollo de las técnicas de aprendizaje, entre otras; por ello, presentan un plan de mejoramiento a corto plazo para familiarizar al estudiantado con el examen (Guáqueta, 2019).

Por otra parte, Espitia realizó una propuesta metodológica para mejorar los resultados en las pruebas en el programa de administración ambiental proponiendo primero, una prueba piloto donde se elige una población objetivo para que posteriormente realicen un examen 5 similar a la prueba Saber PRO; segundo, seminarios y/o talleres de entrenamiento; tercero, cursos vacacionales y cuarto, jornada de simulacros (Espitia, 2018). También, Campo et al. plantearon estrategias integradas para mejorar el desempeño de la prueba en el programa de ingeniería industrial basándose en tres fases, la primera capacita al docente por medio de talleres haciendo más fácil la familiarización del examen, la segunda ajusta la malla curricular por medio del aumento de créditos aprobados para la presentación del examen y una reevaluación de los contenidos de las asignaturas del plan de estudios y la tercera fase es un sistema de seguimiento, control y retroalimentación en las competencias que poseen los egresados del programa académico (Campo, Orozco, & Pabón, 2018).

Finalmente, Elías et al. realizaron la búsqueda y el análisis de la información relacionada con 177 estudiantes del programa de licenciatura en psicología mostrando los promedios obtenidos por estos en el examen de ingreso, en bachillerato y en el examen general para egreso de licenciatura, EGEL en México, llegando a plantear las siguientes recomendaciones para mejorar los resultados en las mismas: evaluar la pertinencia de incluir temas evaluados en el EGEL en los planes de estudio, detectar estudiantes con falencias, realizar actividades preparatorias antes de la prueba,

DESARROLLO HERRAMIENTA TECNOLÓGICA SABER PRO

dar seguimiento a los resultados de las pruebas y sensibilizar a los alumnos sobre la importancia de obtener mejores resultados en la prueba (Elías, Caldera, Reynoso, & Zamora, 2018).

De esta manera, se evidencia la realización de estudios enfocados a dar recomendaciones que deben tenerse en cuenta en los programas académicos para mejorar los resultados de las pruebas de Estado en la Educación Superior, pero no se han ejecutado y plasmado en acciones concretas que permitan evaluar en un futuro la pertinencia de dichas actividades, siendo importante comenzar por ejecutar algunos planes de acción en el programa de ingeniería química de la Universidad Industrial de Santander. El primer obstáculo que se encuentra es que, aunque es un requisito para optar por el título profesional presentar el examen Saber Pro (Vicerrectoría académica Universidad Industrial de Santander, 2013), no se requiere obtener un puntaje determinado lo que conlleva a que los estudiantes no se enfoquen o no le den la relevancia que merece para alcanzar altas puntuaciones.

Para el caso del programa de Ingeniería Química, la prueba Saber Pro tiene los siguientes componentes específicos:

- Pensamiento científico - química que permite evaluar la capacidad de los estudiantes para desarrollar una investigación básica donde se incluya una formación científica (ICFES, 2015).
- Formulación de proyectos de ingeniería que evalúa en los estudiantes la capacidad que poseen para formular y evaluar un proyecto teniendo en cuenta las consideraciones del entorno de este y realizando un análisis de las posibles alternativas (ICFES, 2016).
- Diseño de procesos industriales que abarca los conceptos propios de la ingeniería química a través de la evaluación de todos los elementos del ciclo de producción en un producto, empezando con una descripción inicial, su respectivo diseño del proceso en el cual tiene en cuenta

DESARROLLO HERRAMIENTA TECNOLÓGICA SABER PRO

diagramas de flujo, balances de masa y energía, fenómenos de transporte y operaciones unitarias, su oferta y demanda, la calidad, los costos de producción, la relevancia en los usuarios, entre otras(ICFES, 2019).

El módulo de diseño de procesos industriales evalúa las competencias que un ingeniero químico debe poseer según la acreditación ABET. El ICFES realiza la evaluación de estos conocimientos específicos de acuerdo con la metodología basada en casos, que sugiere evaluar mediante la presentación de situaciones que el estudiante enfrentará en la vida real realizando preguntas de múltiple selección con única respuesta. El caso incluye toda la información disponible sobre este y su entorno, permitiendo que el estudiante comprenda, solucione e intervenga en la solución de las diferentes problemáticas que se quieren evaluar. Todo lo anterior debe realizarse teniendo en cuenta que el estudiante se encuentra con conocimientos mínimos del 75% de la carrera y suponiendo que ya se ha enfrentado a problemas con la complejidad suficiente para incluir temas descritos anteriormente en el componente de diseño de procesos industriales (ICFES, 2019).

Entonces, el plan de acción que se propone es el desarrollo de una herramienta tecnológica que permita por medio de presencialidad remota llevar a cabo una preparación que acople el componente académico, práctico y virtual. Para implementar lo anterior se propone desarrollar la metodología conocida como taxonomía de Bloom, que se destaca por su versatilidad (Gómez & Lazo, 2015). Esta metodología propone seis niveles: primero, el conocimiento el cual se enfoca en la capacidad para recordar hechos, métodos, procesos y demás; segundo, la comprensión que se basa en la capacidad del estudiante de entender lo que se le comunica y hacer uso de los recursos que se le presentan; tercero, la aplicación que consiste en comprender y atender las situaciones que se presentan para darles solución; cuarto, el análisis que descompone una problemática para

DESARROLLO HERRAMIENTA TECNOLÓGICA SABER PRO

descubrir las relaciones que esta abarca y para así dar conclusiones; quinto, la síntesis, que es el proceso para trabajar con algunas partes y convertirlas en un todo de manera clara y con un plan de acción; y por último, evaluación que refiere la capacidad para evaluar y dictaminar un juicio usando los niveles anteriores (Churches, 2008). Estos niveles se usan para diferentes actividades, acciones, procesos y objetivos realizados diariamente que facilitan el aprendizaje, y asociados a recursos tecnológicos forman un ambiente más amigable para el estudiante. Después de revisar distintas plataformas, software y demás, se decidió trabajar con los siguientes recursos debido a que iban más acorde con las necesidades encontradas y son plataformas de fácil uso:

- **VideoScribe.**



Figura 1 Logo VideoScribe

VideoScribe es un software usado para crear animaciones en el cual permite agregar imágenes, grabar voz, música y prólogos a una pizarra blanca con su respectiva línea de tiempo. Estas imágenes o música pueden ser las predeterminadas por el programa o importadas de acuerdo con la necesidad de cada presentación. Para su uso no es necesario tener conocimientos en edición o el dominio de la herramienta ya que cuenta con una interfaz sencilla de alta calidad (Sparkol Group, Sin fecha).

- **Canva.**



Figura 2 Logo Canva

Canva es un programa de diseño gráfico que se encuentra online y de manera gratuita en la cual se puede realizar imágenes, poster, infografías, diapositivas, videos con animaciones, entre otras. Esta herramienta permite realizar de forma sencilla diseños por medio de plantillas o da la oportunidad de comenzar con un lienzo en blanco. También, permite compartir el trabajo realizado sincronizando las cuentas de Facebook o Google (Canva, Sin fecha).

- **Creately.**



Figura 3 Logo Creately

Creately es una herramienta online que por medio de una hoja en blanco ofrece la oportunidad de planificar, diseñar e intercambiar ideas usando diferentes formatos de diagramación, escritura, visualización, entre otras. Cuenta con una interfaz sencilla y útil para la realización de imágenes, diagramas, gráficos, folletos, etc. (Cinergix Pty Ltda., Sin fecha).

- **TIC UIS.**



Figura 4 Logo plataforma TIC UIS

La plataforma TIC de la Universidad Industrial de Santander tiene un Aula Virtual Moodle que cuenta con la capacidad de relacionar diferentes programas, con herramientas para desarrollar actividades como diapositivas, cuestionarios, videos, subir archivos como artículos, hipervínculos, insertar etiquetas y demás. Cuenta con la facilidad para poder realizar un ambiente amigable para los cursos y en la cual conecta a toda la comunidad de la UIS (Universidad Industrial de Santander, Sin fecha).

- **YouTube.**



Figura 5 Logo Youtube

Es una herramienta web en donde por medio de una cuenta de Google permite compartir videos con cualquier tipo de contenido. Esta página presenta una gran variedad de contenido desde películas, música, programas de tv, tutoriales hasta videoblogs. También, es un reproductor en línea donde conecta a millones de personas por medio de esta plataforma (Google LLC, Sin fecha).

2 OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GENERAL

Desarrollar una herramienta tecnológica enfocada en la temática de diseño de reactores como apoyo en la preparación del módulo de diseño de procesos industriales de la prueba Saber PRO para el programa de ingeniería química.

2.2 OBJETIVOS ESPECIFICOS

- Crear recursos digitales como videos y documentos educativos para la temática de diseño de reactores del programa de Ingeniería Química.
- Organizar un cuestionario modelo del componente específico de diseño de procesos industriales siguiendo la metodología de aprendizaje basada en casos.
- Diseñar un entorno virtual de aprendizaje que sea amigable y de fácil acceso para los estudiantes de Ingeniería química.

DESARROLLO HERRAMIENTA TECNOLÓGICA SABER PRO

3 DESCRIPCIÓN METODOLÓGICA

El desarrollo de la herramienta educativa virtual se realizó siguiendo el orden metodológico que se muestra en la Figura 6:



Figura 6 Orden metodológico de desarrollo.

3.1 Encuesta y búsqueda bibliográfica

Como fuente de investigación primaria se usó una encuesta haciendo uso de la herramienta electrónica Google Forms, con el fin de observar la percepción del estudiantado de la escuela de ingeniería química de la UIS y de algunos egresados del programa referente a la prueba Saber PRO, para así establecer la apreciación sobre la importancia, la existencia de la necesidad de preparación y las temáticas que presentan mayor dificultad. Posterior a eso, se tomó la decisión de que enfoque se usaría para llevar a cabo la herramienta tecnológica y con ello se realizó una búsqueda

DESARROLLO HERRAMIENTA TECNOLÓGICA SABER PRO

bibliográfica de las temáticas que el ICFES detalla. La decisión tomada fue el enfoque de Diseño de Reactores y las temáticas que plantea son: cinética y mecanismos de reacción, análisis de datos cinéticos, tipos de reactores y dimensionamiento y comportamiento de reactores.

3.2 Estructura de la herramienta

Con base en la información recolectada se realizó una lluvia de ideas para establecer la estructura de la plataforma y la organización del material educativo. Se fundamentó en la taxonomía de Bloom, esta busca no solo la memorización o comprensión de estos contenidos si no el desarrollo de habilidades que permitan resolver cualquier tipo de problema y la creación del saber (Tekman, 2017). Por consiguiente, se eligió dividir la herramienta en 5 fases: Apuntando ando, curioseando ando y ojeando ando son las tres primeras y fueron guiadas a tratar sobre los niveles de conocimiento, comprensión y análisis. Cuarta, practicando ando se basó en la capacidad de analizar y sintetizar. Quinta, autoevalúate se orientó a el ultimo nivel que es la evaluación, la cual es la aplicación de todo lo demás.

3.3 Material educativo

Se realizaron diapositivas que permitieran al estudiante repasar algunos temas. También, se realizaron diagramas de flujo en los que se encuentra la descripción de procedimientos o las fórmulas necesarias para resolver problemas con el fin de que el estudiante pueda evaluar su progreso en el manejo del contenido. A continuación, se procedió a la elaboración de los videos donde se pudiese profundizar en cada uno de los temas, estos tratan sobre ejercicios modelos sobre cinética y mecanismos de reacción, método de integración, método diferencial, método de tiempo de vida media y dimensionamiento de reactores, adicionalmente, un video informativo sobre los tipos de reactores y un video introductorio sobre el origen, funcionamiento y contenidos de la prueba Saber Pro. Por último, se realizó un manual instructivo (ver Anexo A) sobre el

DESARROLLO HERRAMIENTA TECNOLÓGICA SABER PRO

funcionamiento básico de la plataforma y un video introductorio sobre la estructura de esta, los contenidos que se encuentran y las restricciones para acceder al simulacro. Para esto se realizó el diseño y escritura de los diálogos correspondientes a cada video. Una vez se tuvo el diseño se revisaron varios editores para su elaboración, siendo VideoScribe el software seleccionado debido a la facilidad de uso y a los recursos didácticos que este ofrece. Posterior a eso, se usó la página web Youtube para la creación de un canal donde se publicaron los videos que se usaron en la plataforma de la Universidad.

3.4 Realización de cuestionarios

Siguiendo con el orden metodológico planteado se procedió a hacer uso de los recursos bibliográficos (libros especializados, artículos, etc.) anteriormente utilizados para realizar cuestionarios ubicados en distintas secciones de la herramienta. Después, se propusieron cuestionarios con tres niveles de dificultad los cuales tienen una finalidad diagnóstica, donde el estudiante realiza una autoevaluación de su preparación y su capacidad para resolver correctamente las preguntas planteadas y con ello decidir si debe retroceder para reforzar o seguir adelante con otros módulos. Finalmente, se propuso un modelo de simulacro con preguntas tipo Saber PRO, es decir, apoyadas en la metodología de aprendizaje basada en casos siendo así, sustentadas en los documentos y bancos de preguntas que el ICFES hace públicos en su página web (ICFES, Sin fecha).

3.5 Temáticas de profundización

Durante el desarrollo de la encuesta se realizó la pregunta “¿Qué preguntas o temáticas recuerda de la prueba Saber PRO en el componente específico de Diseño de Procesos Industriales?” (Ver Anexo B), pero al observar los resultados se evidencia la existencia de temáticas extra que no se abordan con la profundización necesaria en el programa académico ya que pertenecen a áreas

DESARROLLO HERRAMIENTA TECNOLÓGICA SABER PRO

más específicas, por ejemplo, petróleos y geología las cuales se incluyen en algunos procesos industriales que existen en el mercado. Por lo tanto, se realizó una búsqueda bibliográfica de algunas temáticas alternas que pueden complementar la preparación del estudiante para la prueba.

3.6 Realización de la plataforma y validación

Una vez desarrollados y compilados los documentos, bases de preguntas, videos y demás a usar se procedió a realizar con la ayuda de Canva diseños de etiquetas con una misma plantilla que permitió personalizar y dar una estructura creativa en toda la plataforma para hacerla más amigable a la vista de todos. Esto se realizó con los recursos y actividades que posee el Moodle como incrustar videos, incrustar etiquetas, creación del banco de preguntas y cuestionarios, insertar links, habilitar restricciones, realización de pestañas para la división de sesiones, entre otras. Luego, se organizó por temas (cinética y mecanismos de reacción, análisis de datos cinéticos, tipos de reactores y dimensionamiento y, comportamiento de reactores) en donde a cada temática se incorporaron 4 fases (apuntando ando, curioseando ando, ojeando ando y practicando ando), dejando la fase 5, autoevalúate, en una pestaña a parte ya que esta es la culminación del orden de desarrollo planteado y en el cual se incluyen otras temáticas que complementan el componente específico de Diseño de Procesos Industriales. Finalmente, se comprueba en repetidas ocasiones que todos los archivos se abran correctamente y se puedan visualizar con buena calidad, también, que los cuestionarios y el simulacro en la plataforma estén divididos correctamente por temáticas con su respectiva retroalimentación y sus restricciones.

4 RESULTADOS

4.1 ANALISIS DE LA PERCEPCIÓN ESTUDIANTIL CON LA APLICACIÓN DE UNA ENCUESTA

4.1.1 Perspectiva sobre la prueba SABER PRO

Se realizó una encuesta a 157 personas enfocada a estudiantes de últimos semestres de ingeniería química UIS y egresados del mismo programa con la finalidad de conocer la perspectiva acerca de la prueba SABER PRO e identificar posibles falencias en la preparación de los estudiantes antes de presentarla (Ver Anexo C).

4.1.2 Muestreo de encuestados

El tamaño de muestra permite saber cuántos individuos se deben tener en cuenta al momento de analizar los datos de un estudio estadístico para que la confiabilidad de este sea la deseada. Por consiguiente, para saber la fiabilidad en la encuesta y así poder usarla para el planteamiento del siguiente trabajo, se empleó el cálculo del tamaño de la muestra con la siguiente formula (Aguilar, 2005):

$$n = \frac{N Z^2 p q}{d^2 (N-1) + Z^2 p q} \quad (Ec. 1)$$

Donde:

n= tamaño de la muestra

d= nivel de precisión absoluta

N= tamaño de población

Z= valor de Z crítico

DESARROLLO HERRAMIENTA TECNOLÓGICA SABER PRO

p = proporción aproximada del fenómeno en la población

q = proporción de la población de referencia que no presenta el fenómeno

Esta ecuación se usa debido a que se conoce la población y además las variables principales usadas son de carácter cualitativo. Para el cálculo de las variables indicadas dentro de la ecuación anteriormente planteada nos basaremos específicamente en la pregunta “¿Ha presentado en alguna ocasión la prueba SABER PRO?” (ver Figura 2), de donde tomaremos los datos para p y q . La variable Z se halla en la Tabla 1 teniendo en cuenta que el nivel de confianza elegido es del 95%, es decir, se permitirá un porcentaje de error de 5% como máximo y por último el valor del nivel de precisión absoluta “ d ” se halla de la Tabla 2 usando también el porcentaje de confianza elegido para el caso de estudio.

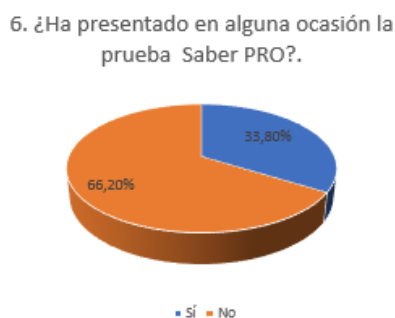


Figura 7. Gráfico de resultados a la pregunta "¿Ha presentado en alguna ocasión la prueba SABER PRO?"

Tabla 1. Valor de Z teniendo en cuenta el nivel de confianza (Aguilar, 2005)

%ERROR	NIVEL DE CONFIANZA	VALOR DE Z CALCULADO EN TABLAS
1	99%	2.58
5	95%	1.96
10	90%	1.645

DESARROLLO HERRAMIENTA TECNOLÓGICA SABER PRO

Tabla 2. Valor d teniendo en cuenta el nivel de confianza (Aguilar, 2005)

NIVEL DE CONFIANZA	VALOR d
90%	0.1
95%	0.05
99%	0.001

Ahora, ya que se tienen los datos necesarios se aplica la ecuación 1, así:

$$n = \frac{157 * (1.96)^2 * 0.38 * 0.62}{(0.05)^2 * (157 - 1) + (1.96)^2 * 0.38 * 0.62} \approx 109.72$$

El tamaño de la muestra encontrada fue de 110 personas aproximadamente, lo cual indica que para que la encuesta posea un porcentaje de error menor o igual al 5% respecto de la población que cumple con la condición descrita. Entonces, sabiendo que la cantidad de personas que ya han presentado la prueba Saber PRO es de 53 no es posible asegurar un error menor al ya mencionado.

4.1.3 Desarrollo de la encuesta

La encuesta se realizó en tres etapas como se muestra en la Figura 3: la primera etapa constó de preguntas generales que permitían conocer el tipo de población encuestada, la segunda etapa se realizó específicamente para personas que hubiesen presentado la prueba con anterioridad y, por último, la tercera etapa dirigida a estudiantes próximos a presentar la prueba. La distribución de las preguntas y sus resultados se muestran en la Figura 3.

DESARROLLO HERRAMIENTA TECNOLÓGICA SABER PRO

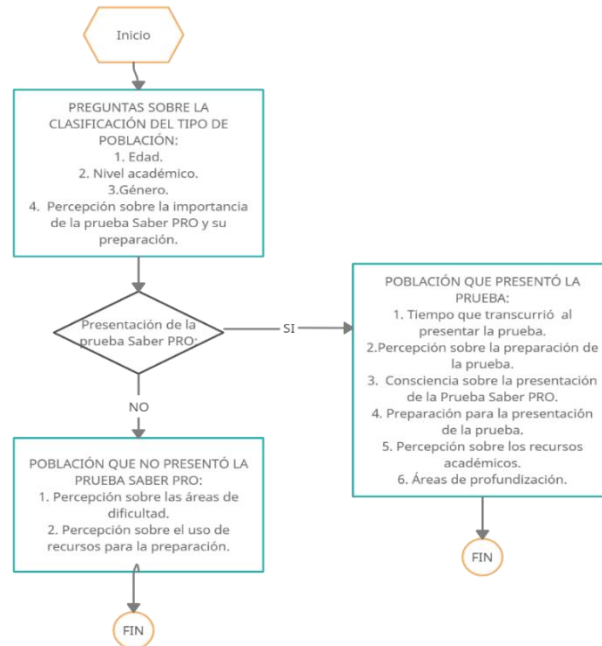
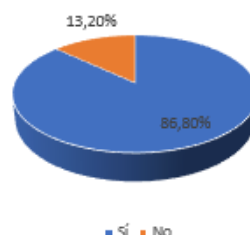


Figura 8 Diagrama de flujo organización de la encuesta

4.1.4 Resultados de la encuesta.

Los resultados de la encuesta muestran que la mayoría de la población está de acuerdo en que se implemente una herramienta pedagógica virtual que proporcione una preparación en los componentes específicos de la prueba Saber PRO (ver Figura 9 y Figura 10) ya que consideran la importancia de esta y a su vez, la población que presentó la prueba admite haber respondido al azar varias preguntas por distintos factores entre los cuales resalta la falta de conocimiento en el tema.

20. ¿Considera necesario realizar una herramienta educativa preparatoria para las competencias específicas de la prueba Saber PRO?



DESARROLLO HERRAMIENTA TECNOLÓGICA SABER PRO

Figura 9 Gráfico de resultados a la pregunta ¿Considera necesario realizar una herramienta educativa preparatoria para las competencias específicas de la prueba saber PRO? realizada a egresados

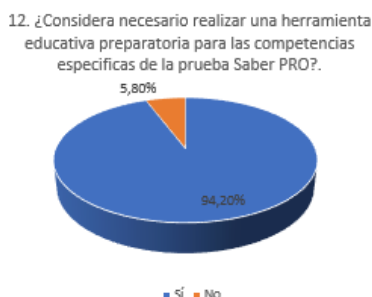


Figura 10 Gráfico de resultados a la pregunta ¿Considera necesario realizar una herramienta educativa preparatoria para las competencias específicas de la prueba Saber PRO? realizada a estudiantes activos

También, se realizó la elección del tema principal en el que se enfocaría la herramienta tecnológica la cual fue Diseño de reactores, ya que es una de las tres temáticas principales a tratar en el componente específico de Diseño de procesos industriales, en el cual, según la población encuestada, se presenta mayor dificultad a la hora de presentar la prueba Saber PRO (ver Figura 11). Diseño de reactores es la temática elegida debido a que su contenido académico se cursa en semestres inferiores a los demás, por ende, el tiempo transcurrido desde el aprendizaje de las temáticas que esta abarca y la presentación de la prueba es de varios semestres haciendo necesario reforzar los conocimientos.

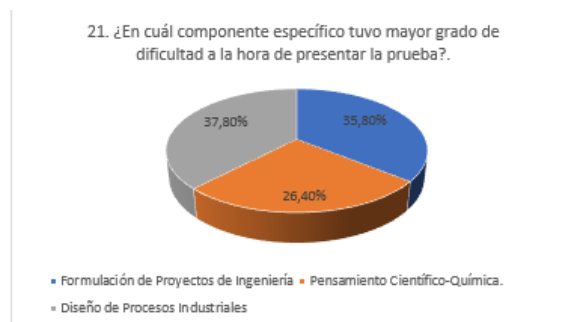


Figura 11 Gráfico de resultados a la pregunta ¿En cuál componente específico tuvo mayor grado de dificultad a la hora de presentar la prueba?

DESARROLLO HERRAMIENTA TECNOLÓGICA SABER PRO

4.2 BÚSQUEDA BIBLIOGRÁFICA.

Se realizó una búsqueda bibliográfica en libros físicos y electrónicos que son usados y recomendados por el plan de estudios de Ingeniería Química para la materia de Diseño de Reactores (Universidad Industrial de Santander, Sin fecha), adicionalmente se buscó artículos que complementaran las temáticas abordadas.

Los libros electrónicos y artículos se extrajeron de la plataforma de la biblioteca de la Universidad Industrial de Santander la cual cuenta con una interfaz fácil de usar y una colección extensa de bases de datos (multidisciplinarias y especializadas), bibliotecas digitales, revistas en línea, normas, entre otras. Los libros físicos también fueron obtenidos de la biblioteca del campus central de la Universidad haciendo uso del servicio de domicilio llamado DOMIBOOK UIS.

4.3 ESTRUCTURA DE LA HERRAMIENTA TECNOLÓGICA.

4.3.1 Video Introductorio.

Para explicar el contenido a desarrollar en la plataforma se usa como recurso dos videos instructivos, el primero, incluye una descripción de la prueba Saber PRO y el segundo, hace una presentación del manejo en la plataforma.

La descripción de la prueba aborda de manera general su metodología, los componentes generales (comunicación escrita, razonamiento cuantitativo, lectura crítica, competencias ciudadanas e inglés) y específicos que para el caso de ingeniería química son formulación de proyectos, pensamiento químico y diseño de procesos industriales, en este último está enfocado la herramienta digital y su contenido es: diseño de reactores, diseño y análisis de procesos industriales y, diseño de plantas y equipos. También se menciona las generalidades de la prueba como lo son

DESARROLLO HERRAMIENTA TECNOLÓGICA SABER PRO

la distribución de los componentes en las dos jornadas y la cantidad de preguntas por componente (ICFES, 2016).

En el segundo vídeo se explica cómo se desarrolla la plataforma la cual consta de cinco etapas en las cuales se intenta reforzar, afianzar, aprender, practicar y autoevaluarse sobre el nivel de preparación y de conocimientos previos a la prueba.

4.3.2 Desarrollo del enfoque en Diseño de Reactores.

4.3.2.1 Estructura del contenido académico.

El contenido académico de Diseño de reactores se divide en cuatro subtemas (ver Figura 12):

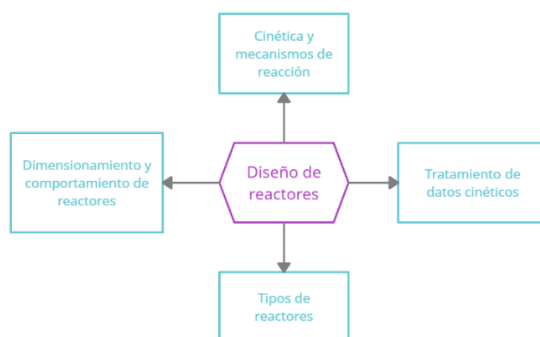


Figura 12 Subtemas de la temática diseño de reactores

- **Cinética y mecanismos de reacción:** estudia las velocidades de las reacciones químicas, los tipos de reacciones y los mecanismos por los cuales se producen estas.
- **Análisis de datos cinéticos:** en esta sección se estudian maneras para encontrar los modelos matemáticos que describen cada reacción por medio de algunos datos experimentales que permiten encontrar los parámetros cinéticos específicos para la reacción estudiada.

DESARROLLO HERRAMIENTA TECNOLÓGICA SABER PRO

- Tipos de reactores: muestra las diferentes características de los 3 principales tipos de reactor (BATCH, CSTR y PFR) permitiendo así la identificación y selección del reactor más adecuado de acuerdo con los requerimientos y necesidades planteadas.
- Dimensionamiento y comportamiento de reactores: se muestran las ecuaciones de diseño, balances de masa y energía, rendimiento, selectividad, eficiencia, termodinámica, entre otros, que describen cada reactor según las necesidades planteadas.

4.3.2.2 Estructura de las cuatro fases.

Basándose en la taxonomía de Bloom que indica que se debe ir de un nivel de complejidad bajo a uno alto por medio de procesos cognitivos como recordar, comprender, aplicar, analizar y evaluar se emplea cuatro etapas (Méndez, 2015):

- Apuntando ando: En esta etapa se tratan los temas usando ilustraciones, diapositivas, diagramas, fórmulas, entre otras, para hacer que el estudiantado recuerde y comprenda lo abordado.
- Ojeando ando: En esta etapa se abordan las temáticas usando videos educativos cortos en donde se intenta ilustrar de manera gráfica los contenidos de Diseño de reactores.
- Practicando ando: Se plantean cuestionarios divididos en tres niveles de dificultad. Cada uno cuenta con un banco de preguntas el cual hace que, aunque el estudiante los repita, las preguntas serán diferentes para cada intento de manera que el estudiante aplique correctamente los conocimientos reforzados (Ver Anexo D).

DESARROLLO HERRAMIENTA TECNOLÓGICA SABER PRO

- **Curioseando**: En esta sección se incluyen los documentos sobre casos específicos en los que se puede profundizar con base en la encuesta realizada si el estudiante lo desea, ya que no es un requisito para las demás actividades propuestas en la plataforma.

En la tabla 3 se mencionan los contenidos que se encuentran dentro de la herramienta tecnológica.

Tabla 3. Contenido herramienta tecnológica

	FASE	CONTENIDO	FORMATO
Introducción	¡Vamos a comenzar!	Generalidad sobre la prueba Saber PRO https://youtu.be/ZhvG60In8V0	Video de Youtube
		Vamos a comenzar: https://youtu.be/IqYACzHcxF4	Video de Youtube
Cinética y mecanismos de reacción	Apuntando	1. Resumen sobre cinética y mecanismos de reacción. 2. Apuntes: procedimiento para obtener relaciones estequiométricas. 3. Diagrama de fórmulas: Concentración en función de la conversión. 4. Apuntes: Aproximación al equilibrio para una reacción.	PDF
	Ojeando	Ejercicio sobre Cinética y mecanismos de reacción: https://youtu.be/ApDqZ-5lFh4	Video de Youtube
	Practicando	Cuestionario con 3 Niveles	Moodle
	Curioseando	Geología del petróleo básica. Evaluación tecnológica de catalizadores Co-SiO ₂ y Cu-CaSiO ₃ para la producción de hidrógeno a partir de etanol. Cinética y distribución de producto en la acetilación de almidón de bajo grado de sustitución. Kinetic characterization of an AA8011 alloy non-isothermally annealed above 400°C.	PDF
Análisis de datos cinéticos	Apuntando	1. Resumen: Tratamiento de datos cinéticos. 2. Diagrama de flujo: estrategias para	PDF

DESARROLLO HERRAMIENTA TECNOLÓGICA SABER PRO

		simplificar un ajuste de parámetros. 3. Fórmulas método integral.	
	Ojeando ando	Ejercicio: Método de integración: https://youtu.be/QMS9cg-Jv14 Ejercicio: Método tiempo de vida media: https://youtu.be/sc1Qa9BXAqA Ejercicio: Método diferencial: https://youtu.be/3t8zC34C1yc	Video de Youtube
	Practicando ando	Cuestionario con 3 Niveles	Moodle
	Curioseando ando	Cinética de la Biodegradación de un Efluente Lácteo. Aplicación de técnicas de análisis de datos para comparación de modelos. Modelos cinéticos de degradación térmica de polímeros: una revisión. Introducción a la cinética química: Efecto de un extracto vegetal sobre el mecanismo de oxidación del Fe (II). Propuesta de mejora tecnológica en la recuperación de azufre de la refinería de petróleo de Cienfuegos. Efectos térmicos en la cinética química: una revisión.	PDF
Tipos de reactores	Apuntando ando	1. Resumen: Tipos de reactores. 2. Tabla de comparación: Reactores por lotes, CSTR, PFR. 3. Gráfico sobre diferencia del volumen de reactores CSTR y PFR. 4. Apuntes: Reactor catalítico. 5. Tabla comparativa: Fases en reactores BATCH, CSTR y PFR.	PDF
	Ojeando ando	Teoría sobre los tipos de reactores: https://youtu.be/J5e5QgkRk	Video de Youtube
Tipos de reactores	Practicando ando	Cuestionario con 3 Niveles	Moodle
	Curioseando ando	Problemas resueltos de reactores químicos y bioquímicos. Problemas y soluciones en el diseño de reactores enzimáticos. Alternativas de mejoras energéticas en la planta de tratamiento de crudos de puerto escondido.	PDF

DESARROLLO HERRAMIENTA TECNOLÓGICA SABER PRO

		Análisis térmico, modelamiento matemático y simulación de un reactor de agitación discontinuo para volumen específico Hidrólisis enzimática de bagazo de caña; cinética y diseño preliminar de reactores.	
Dimensionamiento y comportamiento de reactores.	Apuntando	1. Diagrama de fórmulas: Reactores isotérmicos. 2. Diagrama de fórmulas sobre tipos de reactores. 3. Fórmulas sobre selectividad y rendimiento. 4. Apuntes sobre los factores a tener en cuenta para el diseño de un reactor estable.	PDF
	Ojeando	Ejercicio sobre dimensionamiento de reactores: https://youtu.be/kfUBUelfYIc	Video de Youtube
	Practicando	Cuestionario con 3 Niveles	Moodle
	Curioseando	Evaluación de los parámetros fisicoquímicos en un reactor discontinuo de lodos activados para el tratamiento de aguas con metanol. El comportamiento de reactores anaerobios de residuos sólidos a través de ensayos microbiológicos. Estudio de eliminación de nitrato del río Foix mediante madera y acetato como DQO, y estimación económica de los reactores. Tratamiento de aguas residuales de una industria procesadora de pescado en reactores anaeróbicos discontinuos. Revisión sobre la producción de radionúclidos en reactores nucleares y sus aplicaciones como radiotrazadores.	PDF

Libros utilizados:

Fogler, H. S. (1992). Elements of chemical reaction engineering. Prentice Hall.

Forment, G., & Bischoff, K. (1979). Chemical reactor analysis and design. John Wiley & Sons.

Levenspiel, O. (2004). Ingeniería de las reacciones químicas. Limusa Wiley.

Ramírez, R., & Hernández, I. (2015). Diseño de reactores homogéneos. México: Cengage Learning.

4.3.3 Simulacro Saber PRO en el componente específico de diseño de procesos industriales.

Se realiza un cuestionario tipo Simulacro con problemas fundamentados en la metodología basada en casos que se encuentran en la prueba Saber PRO (Ver Anexo E) permitiendo al estudiante tener un primer acercamiento con el modelo de preguntas que se encontrará a la hora de presentar la prueba.

El simulacro cuenta con 10 preguntas por intento que se organizarán de manera aleatoria, el estudiante podrá navegar por el cuestionario y tendrá 2 minutos por pregunta, es decir, 20 minutos en total para culminar todo el cuestionario. La finalidad principal de este simulacro es permitir una autoevaluación de su progreso para así reforzar los temas en los que observe mayor dificultad y, además, trabajar en el tiempo que debería tomar en responder cada pregunta.

4.4 VALIDACIÓN DE LA HERRAMIENTA TECNOLÓGICA.

Se realizan pruebas en la plataforma revisando el correcto manejo de todas las funciones añadidas a la misma (reproducción de videos, visualización de documentos, funcionamiento de cuestionarios, etc.).

Se presentan a continuación imágenes de las distintas secciones que se encuentran dentro de la plataforma:

DESARROLLO HERRAMIENTA TECNOLÓGICA SABER PRO

4.4.1 Página principal: Generalidades sobre la prueba Saber PRO.



Figura 13 Página principal

4.4.2 Diseño de reactores.



Figura 14 Pantallazo video introductorio a la plataforma

4.4.3 Apuntando ando.

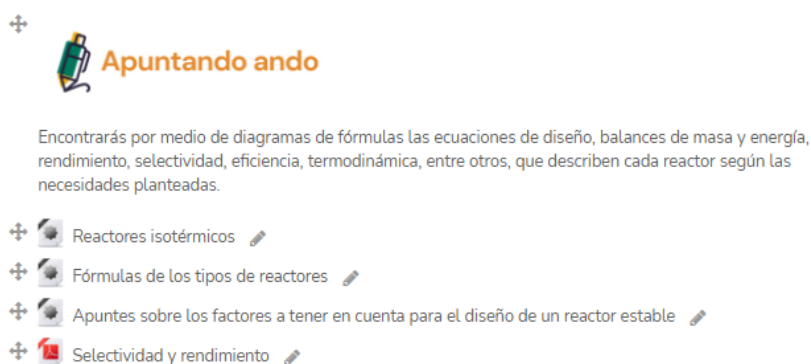


Figura 15 Pantallazo de sección "apuntando ando"

DESARROLLO HERRAMIENTA TECNOLÓGICA SABER PRO

4.4.4 Ojeando ando.



Figura 16 Pantallazo de sección "ojeando ando"

i. Practicando ando.



Figura 17 Pantallazo de sección "practicando ando"

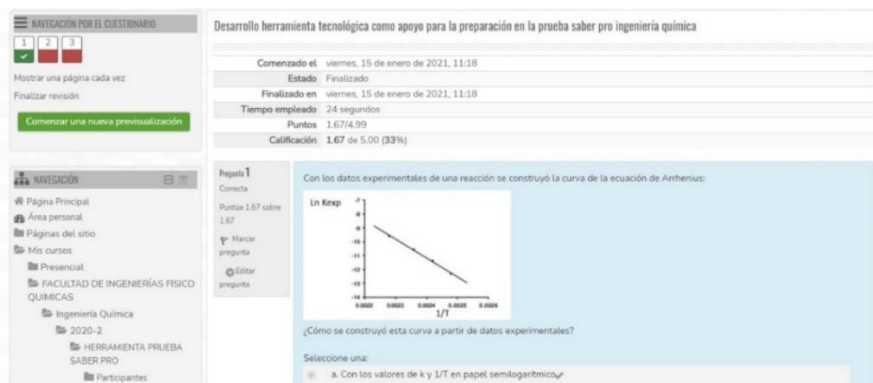


Figura 18 Validación de los cuestionarios.

DESARROLLO HERRAMIENTA TECNOLÓGICA SABER PRO

4.4.5 Curioseando ando.

Curioseando ando

En estos documentos encuentras información sobre algunos procesos geológicos tratados en la industria petrolera e información referente a cinética y mecanismos de reacción










- +  Mier, R. (s.f.). Geología del petróleo básica. Bucaramanga. 
- +  Arteaga, L., Prieto, J., Curvelo, A., & Peralta, L. (2009). Evaluación tecnológica de catalizadores Co-SiO₂ y Cu-CaSiO₃ para la producción de hidrógeno a partir de etanol. Cinética de adsorción iónica y mecanismo de reacción. Afinidad LXV, 398-402. 
- +  Pérez Navarro, O., Ley Chong, N., González Suárez, E., & Toledo Martínez, L. C. (2018). Cinética y distribución de producto en la acetilación de almidón de bajo grado de sustitución. Afinidad LXV, 204-210. 
- +  Luigi Agreda, N. J. (2019). Kinetic characterization of an AA8011 alloy non-isothermally annealed above 400°C. Revista LatinAm. Metal. Mat, 16-40. 

Figura 19 Pantallazo de sección "curioseando ando"

4.4.6 Simulacro.

+




Edita

El simulacro cuenta con 10 preguntas por intento que se organizarán de manera aleatoria, el estudiante podrá navegar por el cuestionario y tendrá 2 minutos por pregunta, es decir, 20 minutos en total para culminar todo el cuestionario.

La finalidad principal de este simulacro es que el estudiante realice una autoevaluación de su progreso permitiéndole reforzar los temas en los que observe mayor dificultad, además, de trabajar en el tiempo que debería tomarle contestar cada pregunta y, familiarizarse con la metodología que plantea el ICES la cual es basada en casos, que sugiere evaluar mediante la presentación de situaciones que el estudiante enfrentará en la vida real realizando preguntas de múltiple selección con única respuesta. El caso incluye toda la información disponible sobre este y su entorno, permitiendo que el estudiante comprenda, solucione e intervenga en la solución de las diferentes problemáticas que se quieren evaluar.

En este simulacro se evaluarán todos los temas que se incluyen a la hora de realizar un diseño de un proceso industrial. En primer lugar, se usa como base la información mostrada anteriormente para establecer el tipo de reacción, analizar estos datos y elegir los equipos necesarios en los cuales incluye los reactores, pero también se incluye información referente a otras materias como análisis de procesos y operaciones unitarias. Lo anterior con el fin de que el estudiante se enfrente a un simulacro cercano a la realidad.

+

SIMULACRO 

Edita

No disponible hasta que:

- La actividad Resumen sobre cinética y mecanismos de reacción, esté marcada como realizada
- La actividad Resumen sobre el tratamiento de datos cinéticos esté marcada como realizada
- La actividad Resumen sobre tipos de reactores esté marcada como realizada
- La actividad Reactores isotérmicos esté marcada como realizada
- La actividad Apuntes sobre el procedimiento para obtener relaciones estequiométricas esté marcada como realizada
- La actividad Diagrama de fórmulas sobre la concentración en función de la conversión esté marcada como realizada
- La actividad Apuntes sobre la aproximación al equilibrio para una reacción esté marcada como realizada
- La actividad Diagrama de flujo sobre las estrategias para simplificar un ajuste de parámetros esté marcada como realizada
- La actividad Formulas método integral esté marcada como realizada
- La actividad Tabla comparativa sobre los reactores por lotes, CSTR, PFR esté marcada como realizada
- La actividad Gráfico sobre la diferencia grafica del volumen de los reactores CSTR y PFR esté marcada como realizada

Figura 20 Pantallazo de sección "simulacro"

5 CONCLUSIONES

Se realizó el diseño y elaboración de materiales educativos por medio de plataformas virtuales y softwares encaminados a la creación de recursos como documentos, diagramas de flujo, formularios, videos explicativos, entre otros, apoyada en la búsqueda bibliográfica efectuada en la base de datos de la universidad enfocado a las subtemáticas de Diseño de reactores y adicionalmente, incluyendo temáticas de diferentes áreas del conocimiento afines con el contenido académico del programa dado que en los resultados de la encuesta se observa la necesidad.

Se propuso un simulacro con 10 preguntas tipo Saber PRO de la base de preguntas del ICFES en el componente específico de Diseño de Procesos Industriales que permite al estudiantado un primer acercamiento con la prueba, la oportunidad de autoevaluar sus conocimientos y así poder trabajar en las falencias que este pueda observar.

Se realizó el diseño y elaboración de una sección dentro del aula virtual de la plataforma de la Universidad Industrial de Santander que incluye todos los materiales educativos, dos videos introductorios en los cuales hablan sobre la prueba y el manejo de la herramienta, además, cuenta con recomendaciones y un manual instructivo de uso.

6 RECOMENDACIONES

Se observa la necesidad de darle continuidad a este proyecto avanzando en las otras temáticas de los distintos componentes específicos de la prueba Saber PRO para así brindarle a estudiantes un mayor cubrimiento en sus necesidades de preparación antes de presentarla. También, se sugiere continuar adicionando información en el canal de YouTube creado en este proyecto y el banco de preguntas del simulacro propuesto basándose en las distintas pruebas realizadas en el transcurso de años siguientes a la elaboración de este documento.

DESARROLLO HERRAMIENTA TECNOLÓGICA SABER PRO

BIBLIOGRAFÍA

Aguilar, S. (2005). Fórmulas para el cálculo de la muestra en investigaciones de salud. *Salus en Tabasco*, 333-338.

Campo, J. L., Orozco, J. O., & Pabón, J. G. (2018). Estrategias integrales orientadas al mejoramiento del desempeño de estudiantes de Ingeniería Industrial en las pruebas Saber PRO. *Gestión, calidad y desarrollo en las facultades de ingeniería*.

Canva. (Sin fecha). *Canva*. Obtenido de <https://www.canva.com/login>

Churches, A. (2008). *Taxonomía de Bloom para la era digital*. Techlearning.

Cinergix Pty Ltda. (Sin fecha). *Creately*. Obtenido de https://creately.com/?gclid=Cj0KCQiA9P__BRC0ARIsAEZ6iriXUgQsc4xHKjTiAvEbo8ASA2acwt2Xn8xJq1eUS5XBXkgmgLx9LN4aAvcGEALw_wcB

Cubaqué, R., & Campy Pérez, G. A. (2016). *Relación del rendimiento académico con resultados en las pruebas Saber PRO de estudiantes de la facultad de Ingeniería Industrial de la Universidad Libre*. Bogotá: Universidad Libre.

Decreto 3963. (2009).

Elías, C., Caldera, J., Reynoso, O., & Zamora, M. D. (2018). Variables asociadas al rendimiento en el Examen General para el Egreso de Licenciatura. El caso de Psicología. *Revista educación superior*, 45(180).

Espitia, J. L. (2018). *Propuesta metodológica para mejorar los resultados en las pruebas de estado Saber PRO en la carrera de Administración Ambiental dentro del proceso de acreditación de alta calidad de la Universidad Distrital Francisco José de Caldas*. Bogotá.

DESARROLLO HERRAMIENTA TECNOLÓGICA SABER PRO

Gómez, C. V., & Lazo, D. C. (2015). Modelo de integración educomunicativa de "APPS" móviles para la enseñanza y aprendizaje. *Revista medios y educación*, 137-153.

Google LLC. (Sin fecha). *Youtube CO*. Obtenido de <https://www.youtube.com/>

Guáqueta, G. A. (2019). *Plan de mejora para las pruebas Saber PRO en la facultad de ingeniería de la Fundación Universitaria San Mateo*. Chia.

ICFES. (2015). *Guía de orientación módulo de pensamiento científico químico*. Bogotá.

ICFES. (2016). *Guía de orientación módulo de formulación de proyectos de ingeniería*. Bogotá.

ICFES. (2019). *Marco de referencia del módulo de diseño de ingeniería. Saber Pro*. Bogotá: Dirección de Evaluación.

ICFES. (Sin fecha). *ICFES mejor saber*. Obtenido de <https://www.icfes.gov.co/>

ICFES. (Sin fecha). *Reporte de resultados programa académico. Saber Pro. Oficina de Dirección*. Obtenido de <https://bit.ly/2O0QGLA>

ICFES; Ministerio de educación. (2016). *Documentación del examen Saber PRO*.

Méndez, M. A. (3 de diciembre de 2015). *La taxonomía de Bloom, una herramienta imprescindible para enseñar y aprender*. Obtenido de <http://www3.gobiernodecanarias.org/medusa/edublog/cprofestenerifesur/2015/12/03/la-taxonomia-de-bloom-una-herramienta-imprescindible-para-ensenar-y-aprender/>

Ramos, G. A., Ravelo, J. D., Vargas, A. R., Torres, L., & Luna, A. (2017). *Informe resultados Saber PRO 2016 -pruebas genéricas y específicas- programa de Derecho*. Puerto Colombia.

DESARROLLO HERRAMIENTA TECNOLÓGICA SABER PRO

Sparkol Group. (Sin fecha). *Video Scribe*. Obtenido de <https://www.videoscribe.co/en/>

TEC de Monterrey. (2010). *Método de casos técnicas didácticas*. Monterrey, México.

Tekman. (28 de agosto de 2017). *Taxonomía de Bloom: ¿Qué es y en qué consiste?* Obtenido de <https://www.tekmaneducation.com/blog/2017/08/28/taxonomia-de-bloom/>

Universidad Industrial de Santander. (Sin fecha). *Aula virtual de aprendizaje*. Obtenido de https://tic.uis.edu.co/ava/login/index_ingreso.php

Universidad Industrial de Santander. (Sin fecha). *Programa académico: Ingeniería química*.
Obtenido de <https://www.uis.edu.co/webUIS/es/academia/facultades/fisicoQuimicas/escuelas/ingenieriaQuimica/programaAcademicos/ingenieriaQuimica/planEstudios.html>

Vicerrectoría académica Universidad Industrial de Santander. (2013). *Preguntas Frecuentes*,». Bucaramanga.

DESARROLLO HERRAMIENTA TECNOLÓGICA SABER PRO

ANEXOS

ANEXO A MANUAL DE USO DE LA HERRAMIENTA VIRTUAL

Dentro de la herramienta virtual se encuentran tres (3) secciones:

PRIMERA SECCIÓN: Generalidades sobre la prueba Saber PRO

Aquí se encuentra un video que te informará a grandes rasgos lo que es la prueba Saber PRO y su manera de evaluar. Para poder visualizar el video deberá hacer clic en el botón que indica la flecha.



Figura E 1. Pantallazo video prueba Saber PRO.

Justo bajo este video encuentras dos pestañas en donde se encuentran las otras dos secciones. La segunda sección aparece inmediatamente, pero si deseas moverte a la tercera sección debe darle clic como se muestra en la figura.

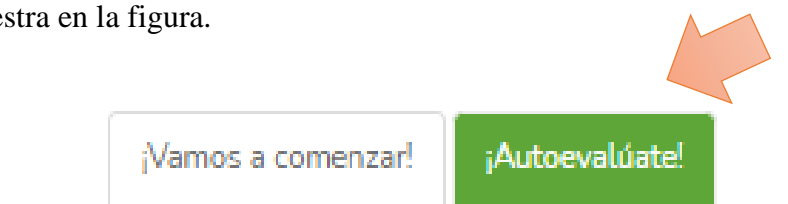


Figura E 2. Pantallazo pestañas plataforma.

DESARROLLO HERRAMIENTA TECNOLÓGICA SABER PRO

SEGUNDA SECCIÓN: ¡Vamos a comenzar!

Esta sección está dividida en cuatro (4) temas (Cinética y mecanismos de reacción, análisis de datos cinéticos, tipos de reactores y, dimensionamiento y comportamiento de reactores) además de una sección inicial. Cada uno de los temas está a su vez subdividido en cuatro (4) secciones (Apuntando ando, ojeando ando, practicando ando y curioseando ando).

Sección inicial:

Aquí se encuentra un video con una breve explicación del material que encuentras en la plataforma.

Para poder visualizar el video deberá hacer clic en el botón que indica la flecha.



Figura E 3. Pantallazo video explicación plataforma.

Debajo de este video se encuentra una pequeña sección con recomendaciones, así:

DESARROLLO HERRAMIENTA TECNOLÓGICA SABER PRO

Recomendaciones:

- Recuerda que es importante marcar el cuadro que aparece a la derecha de cada actividad para que la plataforma entienda que viste el documento. Sin esto no podrás acceder a los cuestionarios ni al simulacro.
- Los niveles de los cuestionarios se diseñaron del más sencillo al más complejo siendo el NIVEL 1 el más sencillo y el NIVEL 3 el más complejo.
- Recuerda que los documentos que encuentras en la sección "Curioseando ando" son extras, es decir que, pueden o no relacionarse con las secciones anteriores ya que algunos contienen temas que no se incluyen dentro del contenido académico de Ingeniería química, pero que podría incluirse en la prueba Saber PRO. ¡Es tu decisión dejarte llevar de la curiosidad o no!

Figura E 4. Recomendaciones de la plataforma.

Más abajo se encuentran cuatro (4) etiquetas que separan a cada uno de los temas y bajo estas se encuentran las secciones ya mencionadas.



Figura E 5. Etiquetas de temas de la plataforma.

Apuntando ando:

Aquí se encuentran documentos de distintos tipos que se deben visualizar para poder acceder a los cuestionarios. Para que la plataforma de por finalizada la visualización se debe dar clic en el cuadro que aparece a la derecha de cada actividad asegurándose que aparezca la marca de comprobación correspondiente.

DESARROLLO HERRAMIENTA TECNOLÓGICA SABER PRO



Figura E 6. Pantallazo apuntando ando.

Ojeando ando:

Aquí se encuentran uno o más videos con contenido que le ayudará a comprender mejor algunos de los temas de la sección en la que se encuentra. Recuerde que para acceder al video debe dar clic en el botón que indica la flecha.

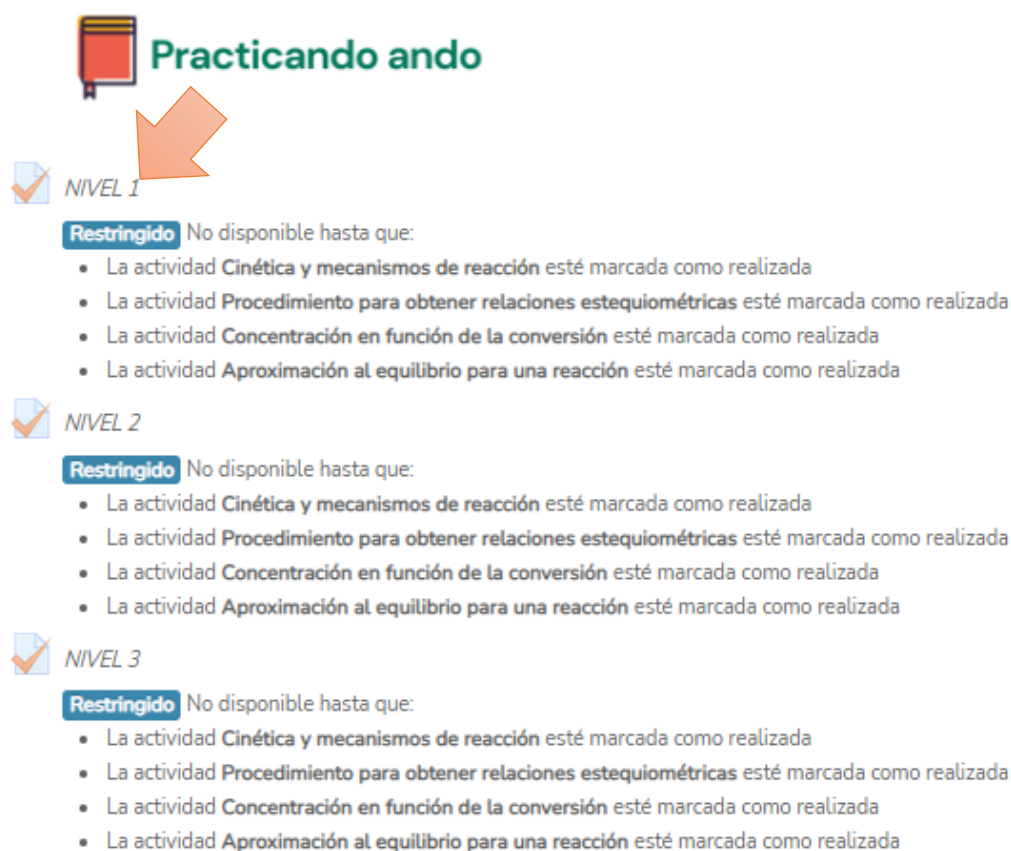


Figura E 7. Video ojeando ando.

Practicando ando:

Aquí se encuentran tres (3) cuestionarios cada uno más complejo que el anterior. Para acceder cada cuestionario debe dar clic en el nombre de este como se muestra en la figura:

DESARROLLO HERRAMIENTA TECNOLÓGICA SABER PRO



Practicando ando

NIVEL 1

Restringido No disponible hasta que:

- La actividad **Cinética y mecanismos de reacción** esté marcada como realizada
- La actividad **Procedimiento para obtener relaciones estequiométricas** esté marcada como realizada
- La actividad **Concentración en función de la conversión** esté marcada como realizada
- La actividad **Aproximación al equilibrio para una reacción** esté marcada como realizada

NIVEL 2

Restringido No disponible hasta que:

- La actividad **Cinética y mecanismos de reacción** esté marcada como realizada
- La actividad **Procedimiento para obtener relaciones estequiométricas** esté marcada como realizada
- La actividad **Concentración en función de la conversión** esté marcada como realizada
- La actividad **Aproximación al equilibrio para una reacción** esté marcada como realizada

NIVEL 3

Restringido No disponible hasta que:

- La actividad **Cinética y mecanismos de reacción** esté marcada como realizada
- La actividad **Procedimiento para obtener relaciones estequiométricas** esté marcada como realizada
- La actividad **Concentración en función de la conversión** esté marcada como realizada
- La actividad **Aproximación al equilibrio para una reacción** esté marcada como realizada

Figura E 8. Pantallazo cuestionarios practicando ando.

Se abrirá una ventana similar a la que se muestra en la figura, donde se encuentra una breve descripción con las instrucciones del cuestionario y un botón que permite el acceso al mismo.



Desarrollo herramienta tecnológica como apoyo para la preparación en la prueba saber pro ingeniería química

NIVEL 1 Volver a: ¡Vamos a comenz...!

El cuestionario consta de tres (3) preguntas que deberás contestar en máximo 10 minutos. La puntuación aprobatoria es de 3.2 mínimo y para obtenerla tendrás tres (3) intentos.

Intentos permitidos: 3
 Límite de tiempo: 6 minutos
 Método de calificación: Calificación más alta

Intento resolver el cuestionario ahora

◀ Aproximación al equilibrio para una reacción NIVEL 2 ▶

Volver a: ¡Vamos a comenz...!

Figura E 9. Pantallazo cuestionario Nivel 1.

DESARROLLO HERRAMIENTA TECNOLÓGICA SABER PRO

NOTA: Recuerde que debe haber finalizado cada una de las actividades que se muestran en la sección Apuntando ando para poder acceder a los cuestionarios.

Curioseando ando:

En esta sección se encuentran documentos a los cuales accedes dando clic en el nombre de cada uno de ellos.

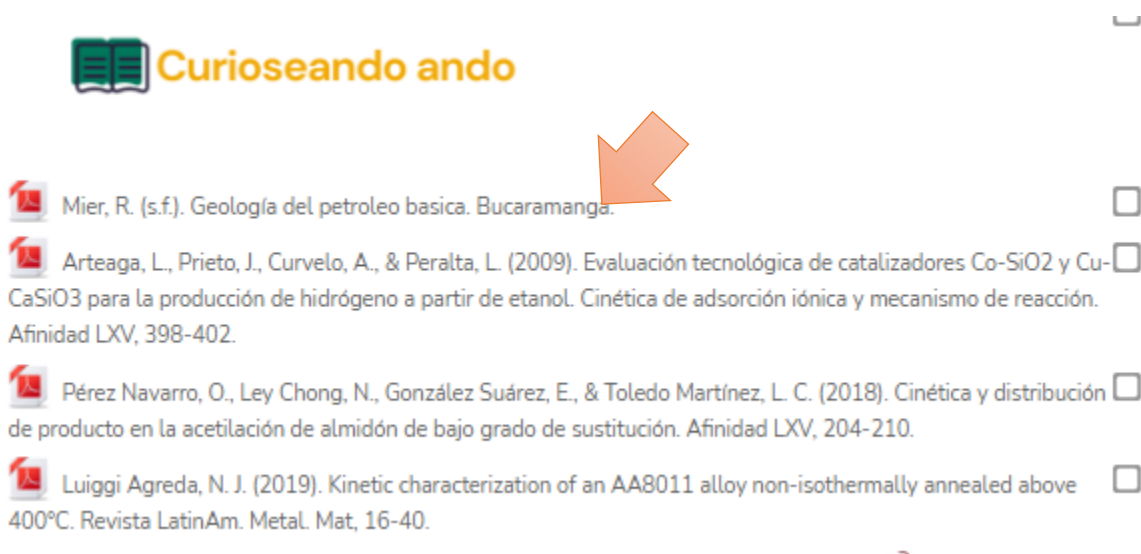


Figura E 10. Pantallazo curiosoando ando.

TERCERA SECCIÓN: ¡Autoevalúate!

En esta sección se encuentra un simulacro al cual podrás acceder si ya finalizaste las actividades de todos los temas en la sección "Apuntando ando". Una vez terminadas debe dar clic al nombre.

DESARROLLO HERRAMIENTA TECNOLÓGICA SABER PRO



Figura E 11. Etiqueta simulacro.

Se abrirá una ventana similar a la que se muestra en la figura, donde se encuentra una breve descripción con las instrucciones del simulacro y un botón que permite el acceso a este.

Desarrollo herramienta tecnológica como apoyo para la preparación en la prueba saber pro ingeniería química

SIMULACRO

[Volver a: ¡Autoevalúate! ➔](#)

Este simulacro consta de 10 preguntas tipo SABER PRO que deberás solucionar en 20 minutos o menos cada una con valor de 0.5 puntos para una puntuación de 5 puntos. Realiza este simulacro cuantas veces quieras y autoevalúa tu proceso.

Límite de tiempo: 20 minutos
Método de calificación: Calificación más alta

[Intente resolver el cuestionario ahora](#)

◀ Alonso, D. I., Pabón, V. M., Parrado, G. A., & Parada, J. C. (2017). Revisión sobre la producción de radionúclidos en reactores nucleares y sus aplicaciones como radiotrazadores. Investigaciones y aplicaciones nucleares , 6-23.

Ir a... ▾

[Volver a: ¡Autoevalúate! ➔](#)

Figura E 12. Pantallazo simulacro.

DESARROLLO HERRAMIENTA TECNOLÓGICA SABER PRO

ANEXO B. PREGUNTAS REALIZADAS EN LA ENCUESTA

1. Edad.

- 19-21
- 22-25
- 26-30
- Más de 30

2. Nivel académico.

- Estudiante de pregrado.
- Egresado.

2.1. Si es egresado, ¿en qué área se desempeña actualmente?

- Administrativa
- Educación
- Ingeniería
- Investigación
- Proyectos
- Producción
- Ventas
- Ninguna
- Otros

3. Género.

- Femenino.
- Masculino.

4. ¿Considera importante la presentación de la prueba Saber PRO?

- Si
- No

5. ¿Considera importante realizar una previa preparación para presentar la prueba Saber PRO?

- Si
- No

DESARROLLO HERRAMIENTA TECNOLÓGICA SABER PRO

6. ¿Ha presentado en alguna ocasión la prueba Saber PRO?

- Si
- No

PERSONAS QUE PRESENTARON LA PRUEBA SABER PRO:

6.1. ¿Hace cuánto tiempo presentó la prueba Saber PRO?

- Hace menos de un año
- De 4-6 años
- De 1-3 años
- De 6 años en adelante

7. Recuerda ¿qué nivel académico tenía al momento de presentar la prueba Saber PRO? (Por favor solo escriba un número o, por el contrario, si no recuerda escribir 'No se').

8. ¿Se encuentra satisfecho(a) con la preparación que tuvo para presentar la prueba Saber PRO?

- Si
- No

9. ¿Contestó preguntas al azar?

- Ninguna
- Muchas preguntas
- Varias preguntas
- Todas

10. Si su respuesta fue que si respondió alguna pregunta al azar: ¿Por qué contesto preguntas al azar? (Selección Múltiple).

- No entendí las preguntas
- Cansancio
- No tenía conocimiento del tema
- No me pareció interesante
- Otro
- No tuve suficiente tiempo

DESARROLLO HERRAMIENTA TECNOLÓGICA SABER PRO

11. ¿Considera que fue suficiente el tiempo dado para resolver la prueba?

- Muy poco
- Demasiado
- Adecuado

12. ¿Como se preparó para la prueba Saber PRO? (Selección Múltiple).

- Estudio en casa
- Ninguno
- Recursos académicos universitarios (seminarios, simulacros, charlas, etc)
- Otro

13. Señale el sitio donde estudiaba con más frecuencia (Selección Múltiple).

- En la casa
- No estudiaba
- En el aula de clase
- Otra
- En la biblioteca

14. ¿Cuál fue la cantidad de horas semanales de estudio que dedicó para la prueba Saber PRO?

- Menos de 2 horas
- De 11 a 15 horas
- De 2 a 10 horas
- Más de 15 horas

15. ¿Considera que el programa de Ingeniería Química prepara adecuadamente para abordar todas las temáticas que abarca la prueba Saber PRO en sus componentes específicos (Diseño de procesos Industriales, Formulación de proyectos de Ingeniería y Pensamiento Científico-Química)?

DESARROLLO HERRAMIENTA TECNOLÓGICA SABER PRO

- Si
 - No
16. ¿Considera que poseía la capacidad de comprensión de lectura necesaria para analizar y comprender los diferentes tipos de textos que enfrentó al presentar el examen Saber PRO?
- Si
 - No
17. Si hubiera una herramienta virtual disponible para prepararse en preguntas tipo Saber PRO, ¿usted la hubiera usado?
- Si
 - No
18. Si hubiera existido una forma de preparación para la prueba, ¿Cuáles serían las de su preferencia? (Selección Múltiple).
- Capacitación presencial
 - Instructivo y manuales
 - Capacitación virtual
 - Videos didácticos
 - Cuestionario de preguntas
 - Ninguno
19. ¿Considera necesario realizar una herramienta educativa preparatoria para las competencias específicas de la prueba Saber PRO?
- Si
 - No
20. ¿En cuál componente específico tuvo mayor grado de dificultad a la hora de presentar la prueba?
- Diseño de procesos industriales
 - Formulación de proyectos de ingeniería

DESARROLLO HERRAMIENTA TECNOLÓGICA SABER PRO

- Pensamiento científico- químico

21. ¿Qué preguntas o temáticas recuerda de la prueba Saber PRO en el componente específico de Diseño de Procesos Industriales?

PERSONAS QUE NO HAN PRESENTADO LA PRUEBA SABER PRO:

7. ¿Qué recomendaciones daría para mejorar en la preparación a la prueba Saber PRO en el área de Ingeniería Química?

8. ¿Qué nivel académico espera cursar cuando presente la prueba Saber PRO? Asuma que en el 2020 se realizará en el mes de noviembre.

9. Dentro de los siguientes componentes específicos que se evalúan en la prueba Saber PRO para ingeniería química, ¿cuáles considera de mayor dificultad?

- | | |
|---------------------------------|--|
| • Diseño de reactores | • Formulación de proyectos de ingeniería |
| • Diseño y análisis de procesos | |
| • Diseño de plantas y equipos | • Pensamiento científico: química |

10. Seleccione las áreas conceptuales de mayor dificultad, que son fundamento dentro de las preguntas de la prueba Saber PRO en ingeniería química:

- | | |
|---------------------------------|--------------------------------------|
| • Análisis de datos cinéticos | • Selección de operaciones unitarias |
| • Dimensionamiento de reactores | • Dimensionamiento de equipos |
| • Selección de reactores | • Análisis de procesos |

DESARROLLO HERRAMIENTA TECNOLÓGICA SABER PRO

- Optimización de procesos
- Seguridad industrial
- Selección de materiales
- Control de procesos
- Costos de equipos y reactores
- Balances de masa
- Balances de energía
- Seguridad ambiental
- Formulación de proyectos
- Análisis de alternativas económicas
- Ética en un proyecto de ingeniería

11. Si hubiera una herramienta virtual disponible para prepararse en preguntas tipo Saber PRO, ¿usted la usaría?

- Si
- No

12. Si existiera una forma de preparación para la prueba, ¿Cuáles serían las de su preferencia? (Selección Múltiple).

- Capacitación presencial
- Capacitación virtual
- Cuestionarios de preguntas
- Instructivos y manuales
- Videos didácticos
- Ninguno

13. ¿Considera necesario realizar una herramienta educativa preparatoria para las competencias específicas de la prueba Saber PRO?

- Si
- No

DESARROLLO HERRAMIENTA TECNOLÓGICA SABER PRO

14. ¿Qué recomendaciones daría para mejorar en la preparación a la prueba Saber PRO en el área de Ingeniería Química?

DESARROLLO HERRAMIENTA TECNOLÓGICA SABER PRO

ANEXO C. RESULTADOS DE LA ENCUESTA

Identificación de la población.

1. Edad.

157 respuestas

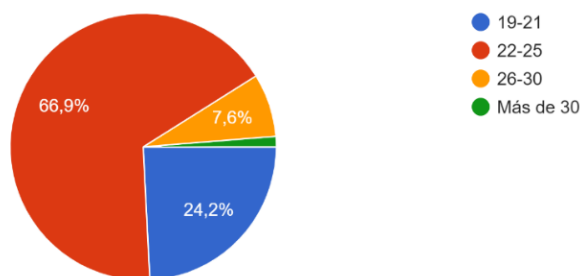


Figura B 1 Gráfico respuestas pregunta 1

2. Nivel académico.

157 respuestas

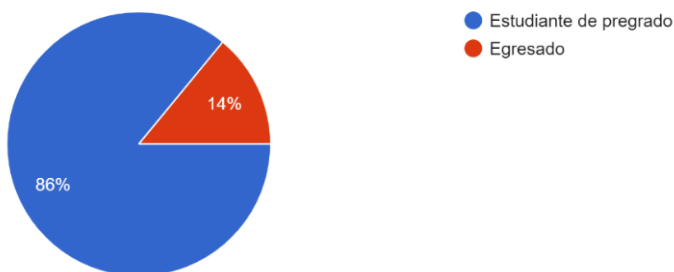


Figura B 2 Gráfico respuestas pregunta 2

3. Género.

157 respuestas

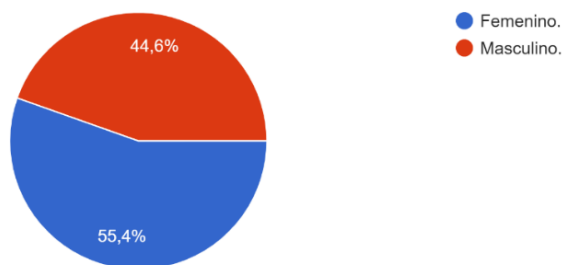


Figura B 3 Gráfico respuestas pregunta 3

DESARROLLO HERRAMIENTA TECNOLÓGICA SABER PRO

2.1. Si es egresado, ¿en qué área se desempeña actualmente?

39 respuestas

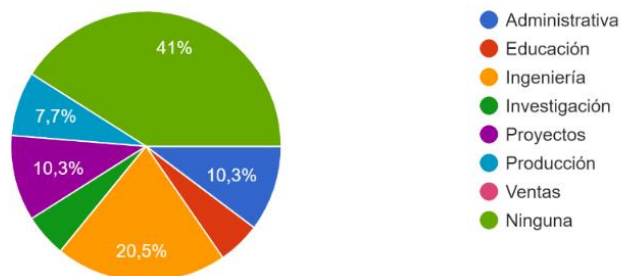


Figura B 4 Gráfico respuestas pregunta 2.1

Percepción sobre la prueba Saber PRO:

4. ¿Considera importante la presentación de la prueba Saber PRO?.

157 respuestas

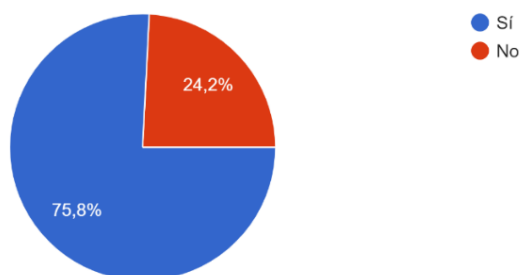


Figura B 5 Gráfico respuestas pregunta 4

5. ¿Considera importante realizar una previa preparación para presentar la prueba Saber PRO?.

157 respuestas

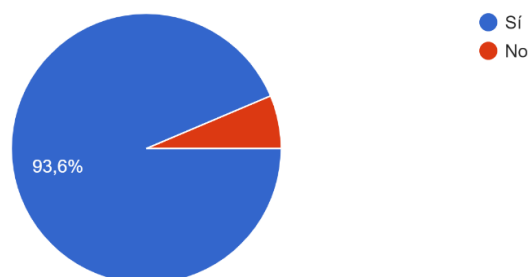


Figura B 6 Gráfico respuestas pregunta 5

DESARROLLO HERRAMIENTA TECNOLÓGICA SABER PRO

Población que presento la prueba Saber Pro:

6. ¿Ha presentado en alguna ocasión la prueba Saber PRO?.

157 respuestas

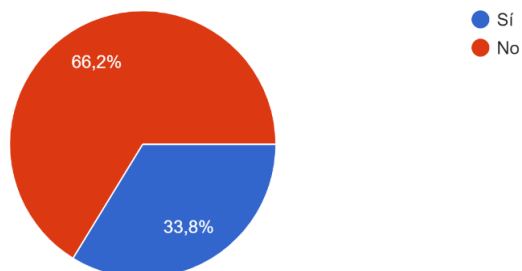


Figura B 7 Gráfico respuestas pregunta 6

7. ¿Hace cuánto tiempo presentó la prueba Saber PRO?.

53 respuestas

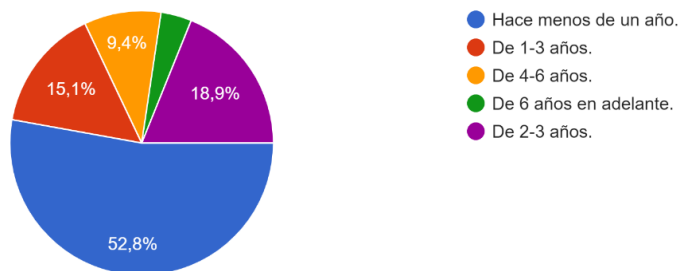


Figura B 8 Gráfico respuestas pregunta 7

9. ¿Se encuentra satisfecho(a) con la preparación que tuvo para presentar la prueba Saber PRO?

53 respuestas

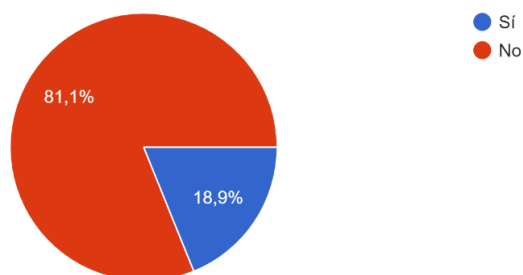


Figura B 9 Gráfico respuestas pregunta 9

DESARROLLO HERRAMIENTA TECNOLÓGICA SABER PRO

10. ¿Contestó preguntas al azar?

53 respuestas

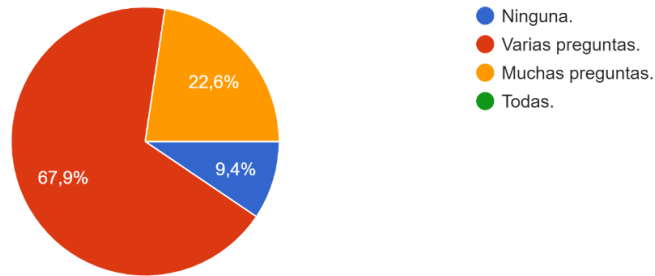


Figura B 10 Gráfico respuestas pregunta 10

11. ¿Según la pregunta 10, si su respuesta fue que si respondió alguna pregunta al azar: ¿Por qué contestó preguntas al azar? (Selección Múltiple).

49 respuestas

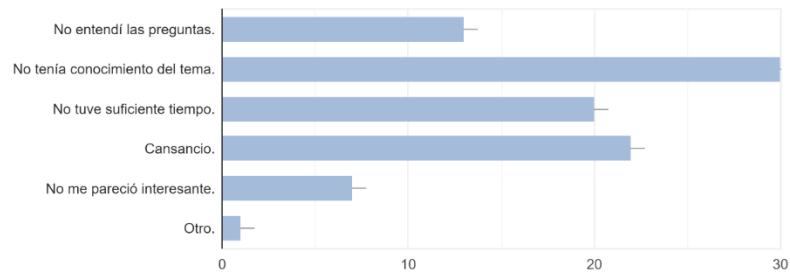


Figura B 11 Gráfico respuestas pregunta 11

12. ¿ Considera que fue suficiente el tiempo dado para resolver la prueba?.

53 respuestas

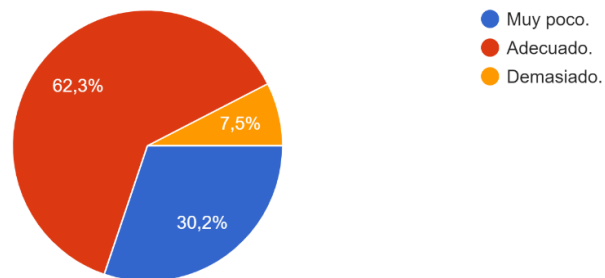


Figura B 12 Gráfico respuestas pregunta 12

DESARROLLO HERRAMIENTA TECNOLÓGICA SABER PRO

13. ¿Como se preparó para la prueba Saber PRO? (Selección Múltiple).
53 respuestas

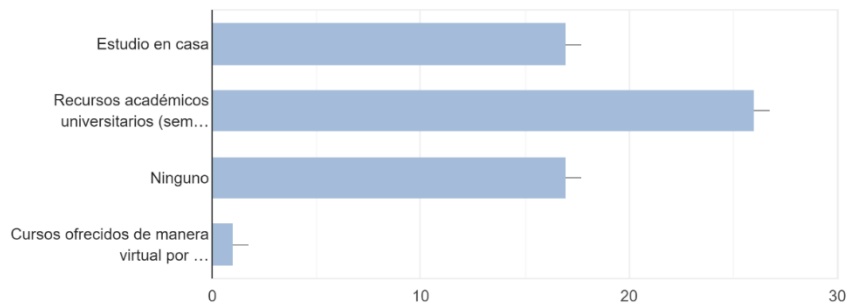


Figura B 13 Gráfico respuestas pregunta 13

14. Señale el sitio donde estudiaba con más frecuencia. (Selección Múltiple).
53 respuestas

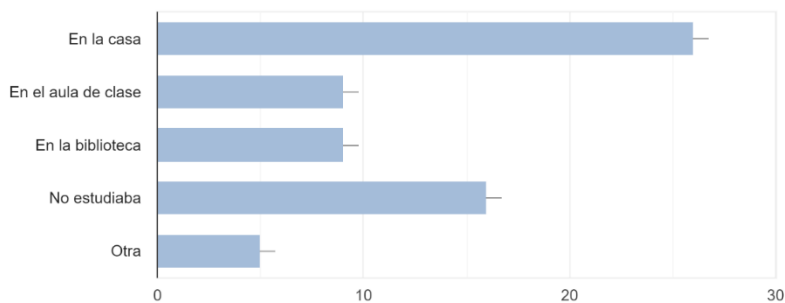


Figura B 14 Gráfico respuestas pregunta 14

15. ¿Cuál fue la cantidad de horas semanales de estudio que dedicó para la prueba Saber PRO?.
53 respuestas

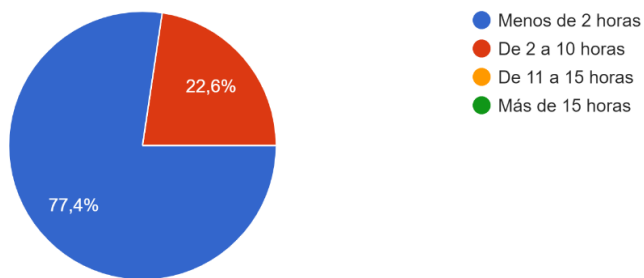


Figura B 15 Gráfico respuestas pregunta 15

DESARROLLO HERRAMIENTA TECNOLÓGICA SABER PRO

16. ¿Considera que el programa de Ingeniería Química prepara adecuadamente para abordar todas las temáticas que abarca la prueba Saber PRO en s...e Ingeniería y Pensamiento Científico-Química)?.
53 respuestas

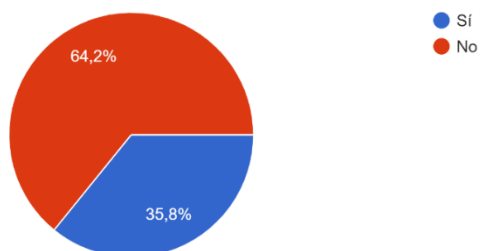


Figura B 16 Gráfico respuestas pregunta 16

17. ¿Considera que poseía la capacidad de comprensión de lectura necesaria para analizar y comprender los diferentes tipos de textos que enfrentó al presentar el examen Saber PRO?.
53 respuestas

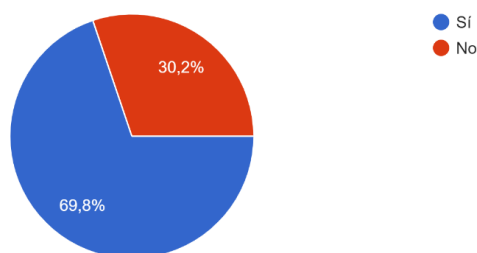


Figura B 17 Gráfico respuestas pregunta 17

18. Si hubiera una herramienta virtual disponible para prepararse en preguntas tipo Saber PRO, ¿usted la hubiera usado?.
53 respuestas

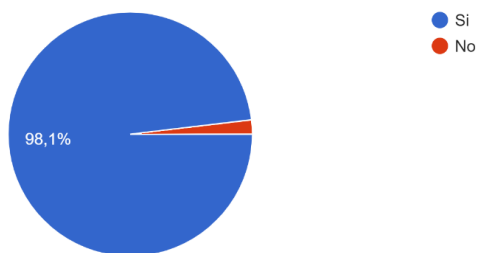


Figura B 18 Gráfico respuestas pregunta 18

DESARROLLO HERRAMIENTA TECNOLÓGICA SABER PRO

19. Si hubiera existido una forma de preparación para la prueba, ¿Cuáles serían las de su preferencia? (Selección Múltiple).

53 respuestas

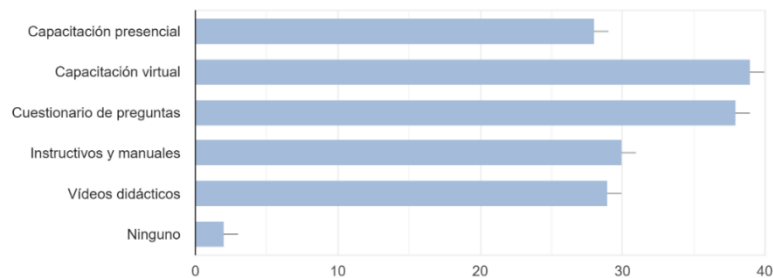


Figura B 19 Gráfico respuestas pregunta 19

20. ¿Considera necesario realizar una herramienta educativa preparatoria para las competencias específicas de la prueba Saber PRO?.

53 respuestas

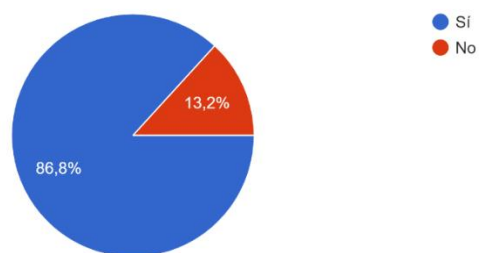


Figura B 20 Gráfico respuestas pregunta 20

21. ¿En cuál componente específico tuvo mayor grado de dificultad a la hora de presentar la prueba?.

53 respuestas

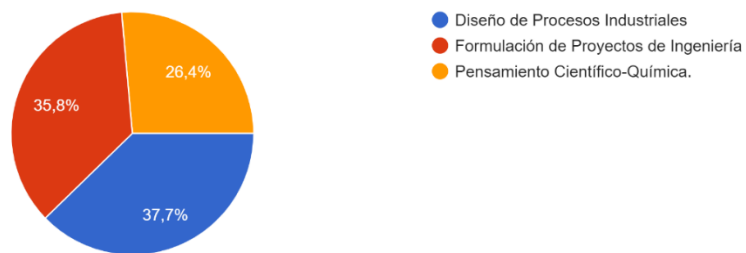


Figura B 21 Gráfico respuestas pregunta 21

Percepción de la población que no ha presentado la prueba Saber PRO:

DESARROLLO HERRAMIENTA TECNOLÓGICA SABER PRO

8. Dentro de los siguientes componentes específicos que se evalúan en la prueba Saber PRO para ingeniería química, ¿cuáles considera de mayor dificultad?

98 respuestas

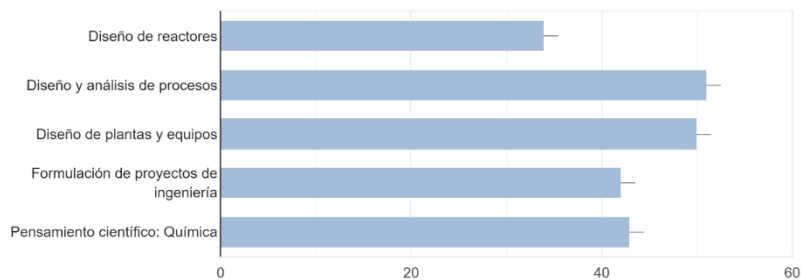


Figura B 22 Gráfico respuestas pregunta 8

9. Seleccione los áreas conceptuales de mayor dificultad, que son fundamento dentro de las preguntas de la prueba Saber PRO en ingeniería química:

97 respuestas

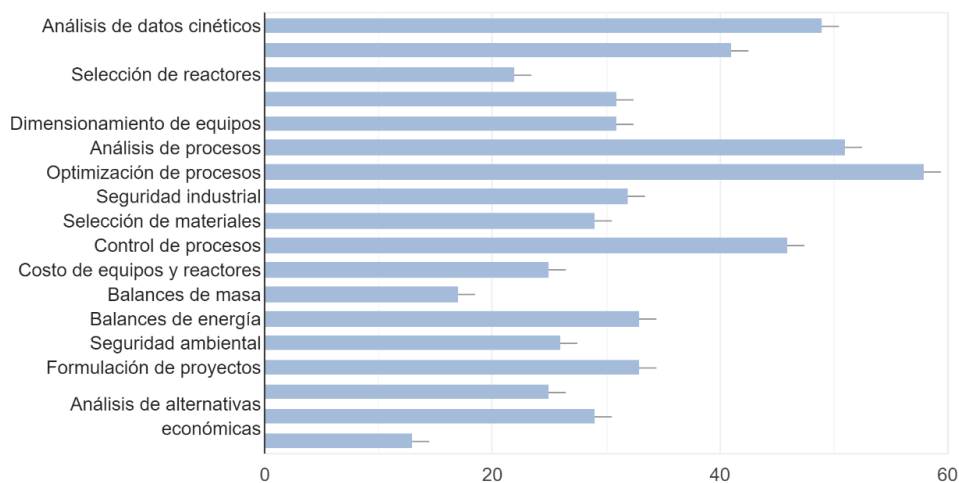


Figura B 23 Gráfico respuestas pregunta 9

DESARROLLO HERRAMIENTA TECNOLÓGICA SABER PRO

10. Si hubiera una herramienta virtual disponible para prepararse en preguntas tipo Saber PRO, ¿usted la usaría?.

98 respuestas

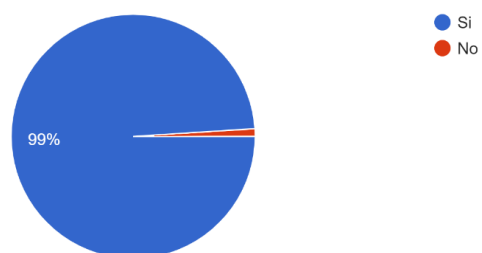


Figura B 24 Gráfico respuestas pregunta 10

11. Si existiera una forma de preparación para la prueba, ¿Cuáles serían las de su preferencia? (Selección Múltiple).

102 respuestas

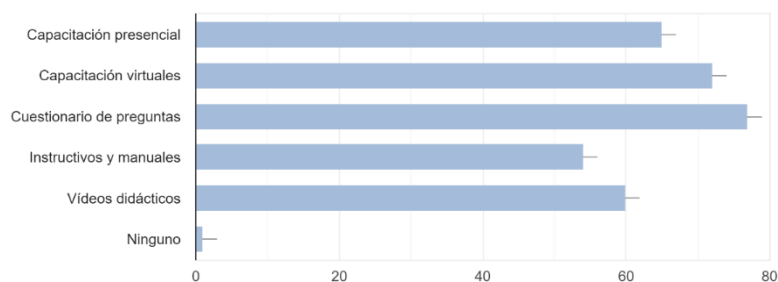


Figura B 25 Gráfico respuestas pregunta 11

12. ¿Considera necesario realizar una herramienta educativa preparatoria para las competencias específicas de la prueba Saber PRO?.

104 respuestas

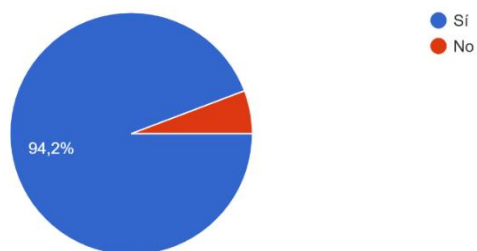


Figura B 26 Gráfico respuestas pregunta 12

DESARROLLO HERRAMIENTA TECNOLÓGICA SABER PRO

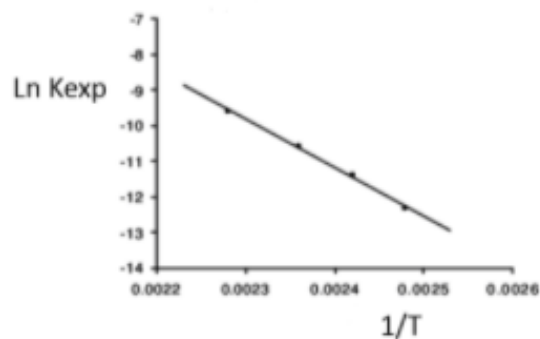


Figura C 1 Gráfico Ln Kexp vs 1/T

¿Qué valores puede calcular el estudiante a partir de la ecuación de Arrhenius?

- Variación de la velocidad de reacción con la temperatura
- Variación de la velocidad específica de reacción (K), con la temperatura
- Los valores de factor de choque y energía de activación**
- Variación de la energía de activación con la temperatura

4. Se conoce la ecuación de la reacción $A+B \rightarrow 2C$,

$$r_A = kC_A$$

¿Cuál es el orden de la reacción?

- Primer orden, es decir, de primer orden con respecto a cada reactivo y producto de la reacción
- Orden cero con respecto a B y de primer orden con respecto a A
- No se puede determinar el orden de reacción porque en la ecuación cinética no aparecen B ni C

DESARROLLO HERRAMIENTA TECNOLÓGICA SABER PRO

d. La reacción es de primer orden

5. Con los datos experimentales de una reacción se construyó la curva de la ecuación de Arrhenius:

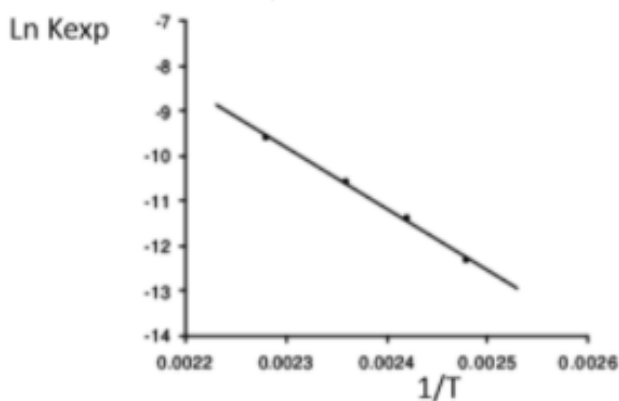


Figura C 2 Gráfico Ln Kexp vs 1/T

¿Cómo se construyó esta curva a partir de datos experimentales?

- Con los valores de r_A y T
- Con los valores de $\ln k$ y T
- Con los valores de E_a y $R(T)^2$

d. Con los valores de k y $1/T$ en papel semilogarítmico

NIVEL 2

1. Se requiere determinar los parámetros n y m de la ecuación cinética

$$r_A = kC_A^n C_B^m$$

de la reacción $2A+4B \rightarrow 2C$. Responda VERDADERO o FALSO a las siguientes afirmaciones:

DESARROLLO HERRAMIENTA TECNOLÓGICA SABER PRO

- a. De la estequiometría de la reacción se deduce: $n=2$, $m=4$ **[VERDADERO]**
- b. Se necesita un estudio experimental para determinar los valores de m y n **[FALSO]**
- c. Corrigiendo la estequiometría de la reacción: $A+2B \rightarrow C$, se deduce: $n=1$; $m=2$ **[VERDADERO]**
- d. La ecuación cinética no tiene nada que ver con la estequiometría de una reacción **[FALSO]**
2. Tanto la constante de velocidad, k , como el coeficiente de difusión, D , aumentan con la temperatura. Sin embargo, el efecto es mucho mayor sobre la constante de velocidad que sobre el coeficiente de difusión, de tal manera que:
- A bajas temperaturas, la tendencia es $k < D$; la constante de velocidad es comparativamente lenta
 - A altas temperaturas, la tendencia es $k > D$; la constante de velocidad es comparativamente rápida

En el estudio de constante de velocidad de una reacción solido-gas se obtuvo una curva del siguiente tipo:

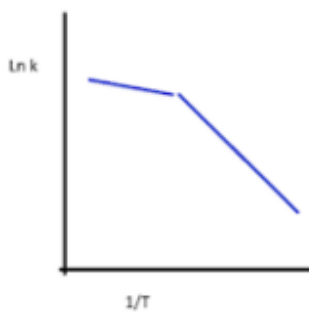


Figura C 3 Gráfico Ln K vs 1/T

DESARROLLO HERRAMIENTA TECNOLÓGICA SABER PRO

Se proponen cuatro interpretaciones. Seleccione la que considere más acertada:

- a. A alta temperatura, la difusión es la etapa lenta que determina la velocidad
 - b. El comportamiento observado no se ajusta a la ecuación de Arrhenius**
 - c. A alta temperatura, la reacción química es la etapa lenta que determina la velocidad
 - d. La gráfica muestra que ambas etapas, de reacción química y de difusión ocurren simultáneamente
3. Se lleva a cabo una reacción catalítica de estequiometría $A \rightarrow P$ que obedece el siguiente mecanismo de reacciones:

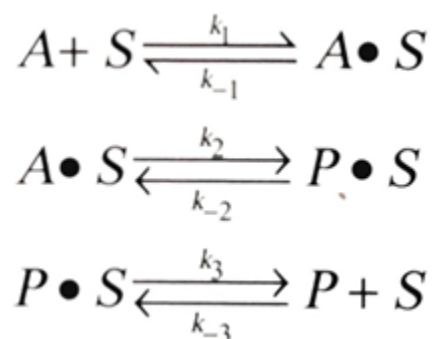


Figura C 4 Mecanismo de reacción

Con los siguientes datos experimentales, deducir cuál es el valor de la constante de equilibrio de adsorción de A. Datos de velocidad y concentración iniciales de A:

Tabla C 1 Datos experimentales

$r_0 \text{ mol/sm}^2$	0.666	1	1.2	1.333	1.428
$C_{A0} \text{ M}$	1	2	3	4	5

a. 1

b. 1.5

DESARROLLO HERRAMIENTA TECNOLÓGICA SABER PRO

c. **0.5**

d. 1.8

4. Una reacción en fase gas $2A \rightarrow R$ ocurre en un reactor discontinuo a volumen constante a 300°C . Se parte de una mezcla que consiste en 40% mol "A" y 60% mol de un gas inerte a 2 atm de presión y con una constante de velocidad de $1.2 \text{ (mol/L)}^{-1} \text{ min}^{-1}$ a 300°C , calcule el tiempo requerido para alcanzar el 80% de conversión a 300°C .

$$-r_A = k[A]^n$$

$$C_A = C_{A0}(1 - X_A)$$

a. 200 min

c. **196 min**

b. 162 min

d. 250 min

5. Una reacción en fase gas $2A \rightarrow R$ ocurre en un reactor discontinuo a volumen constante a 300°C . Si se parte de una mezcla que consiste en 40% mol "A" y 60% mol de un gas inerte a 2 atm de presión y con una constante de velocidad de $1.2 \text{ (mol/L)}^{-1} \text{ min}^{-1}$ a 300°C , calcule la presión total alcanzada al finalizar la reacción a 300°C .

$$-r_A = k[A]^n$$

a. 1 atm

c. 0.8 atm

b. 2 atm

d. **1.6 atm**

6. La descomposición gaseosa $A \rightarrow B + 2C$ se efectúa en un reactor BATCH a volumen constante. Las corridas experimentales 1-5 se hicieron a 100°C mientras que la corrida 6 a 110°C .

DESARROLLO HERRAMIENTA TECNOLÓGICA SABER PRO

Tabla C 2 Datos experimentales

Corrida	C_{AB} (mol/L)	$t_{1/2}$ (min)
1	0.025	4.1
2	0.0133	7.7
3	0.10	9.8
4	0.05	1.96
5	0.075	1.3
6	0.025	2.0

Determinar la energía de activación.

$$k = Ae^{-\Delta H/RT} = Ae^{-E_a/RT}$$

$$n = 1 \quad t_{1/2} = \frac{\ln 2}{k}$$

a. 19.571

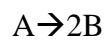
c. 19571

b. 1.95

d. 195.71

NIVEL 3

- En un reactor tipo BATCH, con condiciones de operación de 170°C y 1 atm de presión, se lleva a cabo la reacción en fase gas:



En la que se alimentó al reactor con una mezcla equimolar de A y un inerte, se obtiene la siguiente información:

Tabla C 3 Datos experimentales

t (min)	5	15	30	40	50	80
P (psia)	15.53	16.72	17.3	18.37	18.81	19.65

DESARROLLO HERRAMIENTA TECNOLÓGICA SABER PRO

Determinar la concentración de R después de 1 hora de iniciada la reacción si se supone que el orden de reacción es igual a dos y

$$k = \frac{1}{t} \int_0^{x_s} \frac{dx_A}{(1 - x_A)^2}$$

$$\varepsilon_A = \frac{\Delta n}{a} y_{A0}$$

$$x_A = \frac{\left(\frac{P_T}{P_{T0}} - 1\right)}{\varepsilon_A}$$

a. 0.2

c. 0.006

b. 0.016

d. 0.66

2. Una reacción líquida $2A \rightarrow 3R + S$ se llevó a cabo a 36°C en un reactor tipo BATCH con

$$C_{A0} = 0.2 \text{ mol/L}$$

Los resultados experimentales fueron:

Tabla C 4 Datos experimentales

t (h)	0	0.5	1.5	3.0	4.0	7.0	13.0
C_R (mol/L)	0	0.0285	0.0675	0.1035	0.1200	0.1515	0.1845

Calcule el orden y la constante de velocidad de reacción si se tienen las siguientes aproximaciones.

DESARROLLO HERRAMIENTA TECNOLÓGICA SABER PRO

Tabla C 5 Aproximaciones orden de reacción

t (h)	C_R (mol/L)	x_A	$n=1$ k	$n=2$ k	$n=3$ k
0	0	0	-	-	-
0.5	0.0285	0.095	0.1996	1.0497	5.5241
1.5	0.0675	0.225	0.1699	0.9677	5.5411
3.0	0.1035	0.345	0.1410	0.8778	5.5452
4.0	0.01200	0.4	0.1277	0.8333	5.5555
7.0	0.1515	0.505	0.1005	0.7287	5.5021
13.0	0.1845	0.615	0.0734	0.6144	5.5255

a. $n=1$ $k=0.5$ c. $n=1$ $k=5.5$ b. $n=3$ $k=5.5$ d. $n=3$ $k=0.5$

3. Una reacción líquida $2A \rightarrow 3R + S$ se llevó a cabo a 36°C en un reactor tipo BATCH con

$$C_{A0} = 0.2 \text{ mol/L}$$

Los resultados experimentales fueron:

Tabla C 6 Datos experimentales

t (h)	0	0.5	1.5	3.0	4.0	7.0	13.0
C_R (mol/L)	0	0.0285	0.0675	0.1035	0.1200	0.1515	0.1845

Calcule el tiempo de vida media a 60°C , si la energía de activación de la reacción es de 10800 cal/mol teniendo en cuenta que $k_1=5.5322$.

$$\frac{k_2}{k_1} = e^{-\frac{E_a}{R} \left[\frac{1}{T_1} - \frac{1}{T_2} \right]}$$

$$t = \frac{1}{K C_{A0}^2} \int_0^{x_A} \frac{dx_A}{(1-x_A)^3}$$

a. $t=0.9 \text{ h}$ b. $t=0.19 \text{ h}$

DESARROLLO HERRAMIENTA TECNOLÓGICA SABER PRO

c. $t=1.90$ hd. $t=1.5$ h

4. De la reacción de descomposición del componente A en fase gas $2A \rightarrow R+3S$ se obtienen los siguientes datos:

Tabla C 7 Datos experimentales

Tiempo (s)	50	300	500	700	900
Aumento en la presión total (mmHg)	5.5	33.04	55.08	77.1	99.14

Determine la concentración de S a los 200 segundos de iniciada la reacción teniendo en cuenta que se parte de una presión total de 200 mmHg, alimentando A puro a una temperatura de 600°C .

Tabla C 8 Aproximaciones cinéticas

t (s)	Aumento P (mmHg)	P (atm)	x_A	$n=1$ k	$n=0.5$ k	$n=0.45$ k	$n=0.4$ k
50	5.5	0.270	0.0275	5.577×10^{-4}	3.36×10^{-5}	2.54×10^{-5}	1.91×10^{-5}
300	33.04	0.307	0.1652	6.019×10^{-4}	3.49×10^{-5}	2.62×10^{-5}	1.97×10^{-5}
500	55.08	0.336	0.2754	6.443×10^{-4}	3.61×10^{-5}	2.70×10^{-5}	2.03×10^{-5}
700	77.1	0.365	0.3855	6.956×10^{-4}	3.74×10^{-5}	2.79×10^{-5}	2.09×10^{-5}
900	99.14	0.394	0.4957	7.606×10^{-4}	3.91×10^{-5}	2.90×10^{-5}	2.16×10^{-5}

$$\text{Si } n = 0.4 \quad k = \frac{C_{A0}^{0.6}}{t} \int_0^{x_A} \frac{dx_A}{(1-x_A)^{0.4}}$$

a. 0.00063

c. 0.63

b. 0.063

d. 6.3

CINÉTICA Y MECANISMOS DE REACCIÓN

Nivel 1

DESARROLLO HERRAMIENTA TECNOLÓGICA SABER PRO

1. Un estudiante realiza decide realizar 3 experimentos en el laboratorio como se muestran en la figura.



Figura C 5 Frascos usados para experimentación

¿Qué afirmación es correcta?

- a. Los tres son reacciones homogéneas
 - b. Las reacciones azul y roja son heterogéneas
 - c. Las reacciones amarillo y azul son homogéneas
 - d. Las tres reacciones son heterogéneas**
2. Compare las figuras 1 y 2 que corresponden a dos reacciones de diferente tipo. Interpreta cuál de las siguientes afirmaciones es correcta:

DESARROLLO HERRAMIENTA TECNOLÓGICA SABER PRO

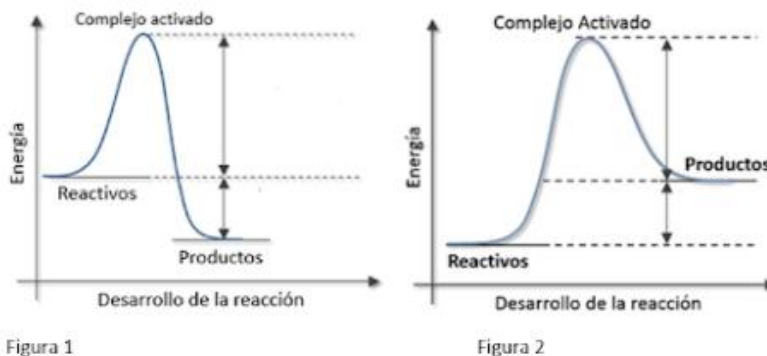


Figura C 6 Gráficos energía vs desarrollo de la reacción

- a. **La figura 1 corresponde a una reacción exotérmica y la figura 2 a una reacción endotérmica**
- b. La figura 1 corresponde a una reacción isotérmica y la figura 2 a una reacción adiabática
- c. La figura 1 corresponde a una reacción endotérmica y la figura 2 una reacción exotérmica
- d. La figura 1 corresponde a una reacción adiabática y la figura 2 a una reacción isotérmica
3. Es posible escribir la ecuación de Arrhenius como:

$$\ln k = \ln A - \frac{\varepsilon_a}{R} \left(\frac{1}{T} \right)$$

Que corresponde a una línea recta. Usando datos experimentales obtenidos de una planta de tratamiento de aguas residuales se obtiene la curva que se muestra a continuación. Se muestra además la ecuación de la línea recta resultante. Calcule los valores de factores de frecuencia A y de energía de activación dividido por la constante de gases.

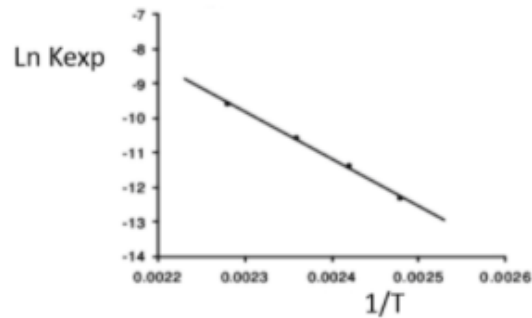


Figura C 8 Gráfico ln kexp vs 1/T

- a. K es directamente proporcional a T
 - b. K aumenta con T
 - c. K es inversamente proporcional a T**
 - d. K disminuye con T
6. En la combustión completa del gas de estufa de cocina, propano (C_3H_8), el combustible reacciona con el oxígeno del aire. Como resultado, se libera energía y se produce dióxido de carbono (CO_2) y agua (H_2O). Selecciona la afirmación que se ajuste más al proceso:
- a. Reacción irreversible de carácter endotérmico
 - b. Reacción reversible de carácter endotérmico
 - c. Reacción irreversible de carácter exotérmico**
 - d. Reacción reversible de carácter exotérmico

NIVEL 2

1. En un sistema cerrado se efectúa una reacción reversible a temperatura constante. En este caso se puede afirmar que:

DESARROLLO HERRAMIENTA TECNOLÓGICA SABER PRO

I. En todo momento, la velocidad neta de reacción es cero

II. Cuando el sistema alcanza el equilibrio, tanto reactivos como productos, están presentes en concentraciones diferentes de cero

III. La reacción reversible ocurre primero en una dirección, luego, se devuelve en la dirección opuesta

IV. En el equilibrio, la velocidad neta de reacción es cero

a. I y II son correctas

e. Todas las opciones son correctas

b. III y IV son correctas

c. II y IV son correctas

f. Ninguna opción es correcta

d. I y IV son correctas

2. La ecuación de Van't Hoff relaciona la constante de equilibrio y la temperatura de reacción, así:

$$\frac{d \ln K_{eq}}{dT} = \frac{\Delta H_{reacción}}{RT^2}$$

Y la ecuación de Arrhenius relaciona la velocidad específica de reacción y la temperatura de reacción, así:

$$k = A_0 e^{-\left(\frac{\varepsilon_a}{RT}\right)}$$

Para una reacción reversible $A \leftrightarrow 2B$, endotérmica,

DESARROLLO HERRAMIENTA TECNOLÓGICA SABER PRO

- a. Al aumentar la temperatura, aumenta la constante de equilibrio y aumenta la velocidad específica de reacción
 - b. Al disminuir la temperatura, disminuye la constante de equilibrio y disminuye la velocidad específica de reacción**
 - c. Al aumentar la temperatura, disminuye la constante de equilibrio y aumenta la velocidad específica de reacción
 - d. Al disminuir la temperatura, aumenta la constante de equilibrio y disminuye la velocidad específica de reacción
3. Para una reacción reversible, se calcula el cambio de energía libre (ΔG) en la dirección de reactivos a productos. ¿Cómo se relaciona el cambio de energía libre y la dirección neta del cambio químico?
- a. Si $\Delta G > 0$, el sistema no es reversible, el cambio químico ocurre de reactivos a productos
 - b. Si $\Delta G < 0$, el sistema no está en equilibrio, el cambio químico ocurre de reactivos a productos
 - c. Si $\Delta G = 0$, el sistema está en equilibrio, no hay cambio químico neto**
 - d. Si $\Delta G > 0$, el sistema está en equilibrio, el cambio químico ocurre de productos a reactivos
4. Indique cuales de los siguientes procesos corresponden a reacciones químicas:
- I. Sublimación del yodo

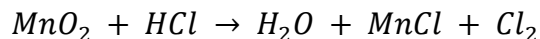
DESARROLLO HERRAMIENTA TECNOLÓGICA SABER PRO

II. Fermentación del jugo de uva

III. Corrosión del clavo

- | | |
|--------------------|-------------|
| a. Solo I | d. Solo III |
| b. I y II | e. Solo II |
| c. II y III | |

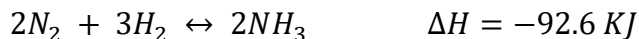
5. El cloro se usa en la producción de diversos compuestos orgánicos clorados, siendo uno de los más significativos, por su volumen de producción, el cloruro de vinilo, intermediario en la producción del PVC. El cloro se puede obtener en el laboratorio según la reacción:



Balancee la ecuación y determine el agente oxidante.

- | | |
|----------------|---------|
| a. MnO2 | c. H2O |
| b. HCl | d. MnCl |

6. El amoníaco es una sustancia muy importante en la agricultura ya que algunas de sus sales son utilizadas como fertilizantes ayudando a incrementar el rendimiento de los cultivos como por ejemplo el maíz y el trigo. En la industria se obtiene mediante la siguiente reacción:



Con respecto a la reacción determine la secuencia correcta de verdadero (V) o falso (F).

I. Es reversible y exotérmica

DESARROLLO HERRAMIENTA TECNOLÓGICA SABER PRO

II. Al cambiar los estados de oxidación es redox

III. La reacción directa es de adición

a. VVF

d. FFV

b. VFF

e. VVV

c. FVF

NIVEL 3

1. Una reacción catalítica líquida $A+B \rightarrow R+P+S$ se realiza mediante el siguiente mecanismo:

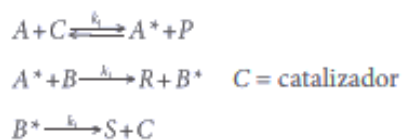


Figura C 9 Mecanismo de reacción

Al utilizar reactivo B en exceso y una concentración de catalizador de 1M se encontraron los siguientes datos experimentales:

Tabla C 9 Datos experimentales

C_A (mol/L)	0.27	0.1831	0.135	0.0729
t (min)	0	30	53	100

Encuentre la expresión cinética de la reacción a partir del mecanismo.

a.
$$-r_A = \frac{k_1 k_3 C_A C_B C_C}{k_2 C_P + k_3 C_B}$$

b.
$$-r_A = \frac{k_1 k_3 + C_A C_B C_C}{k_2 C_P + k_3 C_B}$$

DESARROLLO HERRAMIENTA TECNOLÓGICA SABER PRO

$$c. \quad -r_A = \frac{k_1 k_3 C_A + C_B C_C}{k_2 C_P k_3 C_B}$$

$$d. \quad -r_A = \frac{k_1 k_3 C_A C_B + C_C}{k_2 C_P + k_3 C_B}$$

2. Halle la energía de activación para la reacción de cloruro de veneno diazonico para dar clorobenceno y nitrógeno:

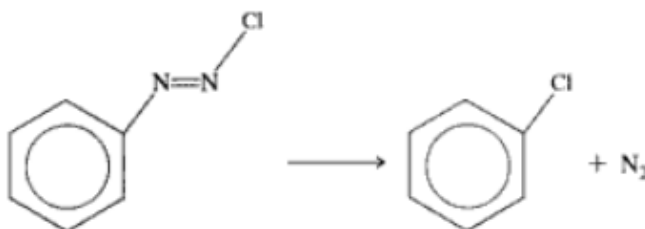


Figura C 10 Reacción

Utilizando la siguiente información para esta reacción de primer orden:

Tabla C 10 Datos experimentales

k (s^{-1})	0.00043	0.00103	0.00180	0.00355	0.00717
T (K)	313.0	319.0	323.0	328.0	333.0

Recuerde que:

$$k = Ae^{-\frac{E_A}{RT}}$$

- a. 150 KJ/mol
- b. 130 KJ/mol
- c. **120 KJ/mol**
- d. 110 KJ/mol
3. Otra sustitución alifática nucleofílica es la reacción entre hidróxido y bromuro de terbutilo (BTB):

DESARROLLO HERRAMIENTA TECNOLÓGICA SABER PRO

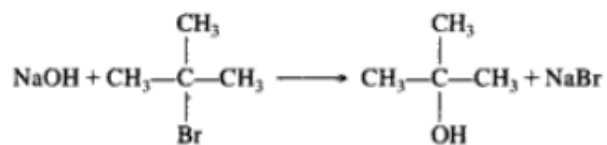


Figura C 11 Reacción

Expresa el orden de reacción global.

a. $n=1$

c. $n=0.5$

b. $n=3$

d. $n=2$

4. La ecuación de Arrhenius,

$$k = A e^{-\frac{E_a}{RT}}$$

es una ecuación empírica que relaciona la velocidad específica de reacción, k , (también llamada constante de reacción), con el factor de choque o factor de frecuencia A_0 , y con la energía de activación E_a . Se puede transformar mediante operaciones algebraicas en la siguiente forma:

a. $\ln k = \ln A_0 - \frac{E_a}{RT}$

a.

b. $\ln k = \ln A_0 - \ln \frac{E_a}{RT}$

b.

c. $\frac{dk}{dT} = \left(\frac{E_a}{RT^2}\right) k$

c.

d. $\frac{k}{A_0} = \ln\left(-\frac{E_a}{RT}\right)$

d.

DESARROLLO HERRAMIENTA TECNOLÓGICA SABER PRO

5. Una reacción gaseosa entre A y B de orden cero respecto al reactivo A y de segundo orden respecto a B. Si las concentraciones de A y B son 1.0 y 1.5 M respectivamente, la velocidad es $7.75 \cdot 10^{-4}$ M/s. ¿Cómo se afecta la velocidad si el volumen del recipiente de reacción se hace tres veces mayor?
- a. 9 veces mayor
 - b. no cambia
 - c. varía muy mínimo
 - d. **9 veces menor**

TIPOS DE REACTORES**Nivel 1**

1. Relacione:
 - a. conversión alta por unidad de volumen, flexibilidad de operación simple construcción.

BATCH

- b. operación con una temperatura en el sistema, operación continua.

CSTR

- c. operación continua, eficiente, costo de operación bajo.

PFR

2. Qué tipo de reactor representa la siguiente gráfica:



Figura C 12 Reactor

- a. Reactor PFR
- b. Reactor CSTR
3. Un reactor requiere usar la catálisis de contacto para optimizar la velocidad de reacción.
¿Qué tipo de reacción ocurre dentro del reactor?
- a. **Heterogénea**
- b. Homogénea
- c. **Reactor BATCH**
- d. Todos los anteriores
4. Un reactor CSTR opera normalmente en estado estacionario y se puede asumir que está perfectamente mezclado. Por lo anterior, no se pueden despreciar los cambios en la concentración y temperatura en todos los puntos del recipiente. **[FALSO]**
5. Se llama reactor bioquímico a una unidad de proceso diseñada para efectuar una o varias reacciones químicas o procesos **[FALSO]**

NIVEL 2

1. El trabajo realizado por un reactor de tanque con agitación perfecta y uno de flujo pistón, para una misma conversión, de una reacción de orden positivo.

DESARROLLO HERRAMIENTA TECNOLÓGICA SABER PRO

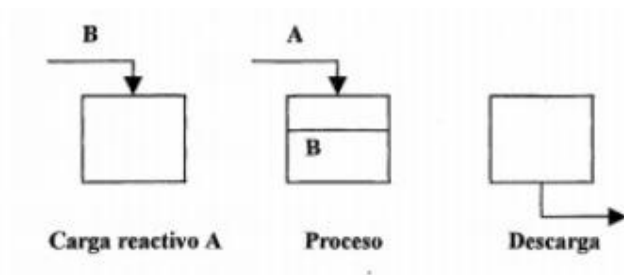


Figura C 13 Diagrama

- a. Continuo
- b. Discontinuo
- c. **Semicontinuo**
- d. Todas las anteriores
- e. Ninguna de las anteriores.

NIVEL 3

1. La multiplicidad en el análisis de reactores significa:
 - a. Reactores en serie.
 - b. Varias etapas del flujo de los reactivos.
 - c. Varios intercambiadores de calor para cada reactor.
 - d. **Diferentes estados estacionarios de operación.**
2. El profesor de diseño de reactores realiza en el tablero el siguiente gráfico:

DESARROLLO HERRAMIENTA TECNOLÓGICA SABER PRO

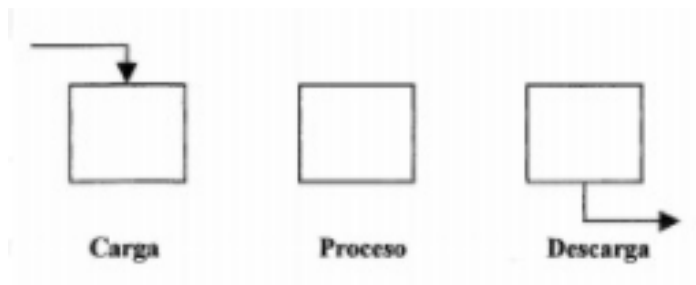


Figura C 14 Diagrama

¿Qué tipo de proceso considera usted que se muestra en la figura?

- | | |
|-----------------|------------------------------|
| a. Continuo | c. Discontinuo |
| b. Semicontinuo | d. Ninguna de las anteriores |

3. La siguiente ecuación es la forma diferencial de la ecuación de diseño en función de la conversión para un reactor

$$N_{A0} \frac{dX}{dt} = -r_A V$$

Esta se muestra en un salón de clase con 4 estudiantes y cada uno contesta lo siguiente:

ESTUDIANTE 1: Reactor tubular

ESTUDIANTE 2: Reactor BATCH

ESTUDIANTE 3: Reactor CSTR

ESTUDIANTE 4: No representa ninguna ecuación de diseño

¿Quién tiene la razón?

- | | |
|-----------------|------------------------|
| a. ESTUDIANTE 1 | b. ESTUDIANTE 2 |
|-----------------|------------------------|

DESARROLLO HERRAMIENTA TECNOLÓGICA SABER PRO

c. ESTUDIANTE 3

d. ESTUDIANTE 4

4. Dada la gráfica se tienen las siguientes afirmaciones:



Figura C 15 Velocidad de reacción vs tiempo

I, La gráfica puede representar un proceso continuo

II. La gráfica puede representar un proceso semicontinuo

III. La gráfica puede representar un proceso discontinuo

IV. La gráfica no representa ningún tipo de proceso

a. I y II son correctas

c. IV y II son correctas

b. III y II son correctas

d. Ninguna es correcta

5. En un reactor de cierto tipo se requiere usar un catalizador para optimizar la velocidad de reacción, pero se tienen dudas respecto a qué tipo de catalizador se requiere. Entonces ¿Para que un catalizador sea útil, con respecto a los enlaces que forma con los reactivos, de qué manera debe ser el enlace?

a. Muy débil

c. Muy fuerte.

b. Moderado

d. Reversible

DIMENSIONAMIENTO Y COMPORTAMIENTO DE REACTORES

DESARROLLO HERRAMIENTA TECNOLÓGICA SABER PRO

NIVEL 1

1. La reacción en fase líquida $A+B \rightarrow R$ se lleva a cabo en un reactor continuo de mezcla completa (CSTR) de 2000 L, y también en un reactor tubular (PFR) de 1960 L, conectados ambos en serie. El gasto volumétrico con el que se alimenta al primer reactor es de 4000 L/h, la solución alimentada tiene una concentración inicial de A con un valor de 2.5 mol/L y concentración inicial de B de 3 mol/L. La cinética inicial de la reacción es:

$$-r_A = 5C_A C_B.$$

Calcule la conversión intermedia.

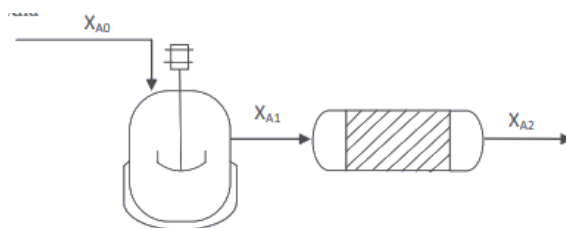


Figura C 16 Diagrama de proceso

Ecuación de diseño para el primer reactor

$$\frac{V_1}{v_0} = \frac{X_A - X_{A0}}{5C_A(1 - X_A)(M - X_A)}$$

- a. 0.6
- b. 0.75**
- c. 0.9
- d. 0.3
2. Se da la siguiente reacción en fase líquida: $A+B \rightarrow R+S$. en un reactor con recirculación con 2500 L de volumen y alimentación de 5 L/ min obteniendo un 70% de conversión cuando se trabaja equimolar los reactivos y opera a una recirculación de 1.2. Se desea añadir otro

DESARROLLO HERRAMIENTA TECNOLÓGICA SABER PRO

reactor, un CSTR con el mismo volumen q la salida del reactor. Determine si el diagrama que se muestra a continuación representa el proceso descrito

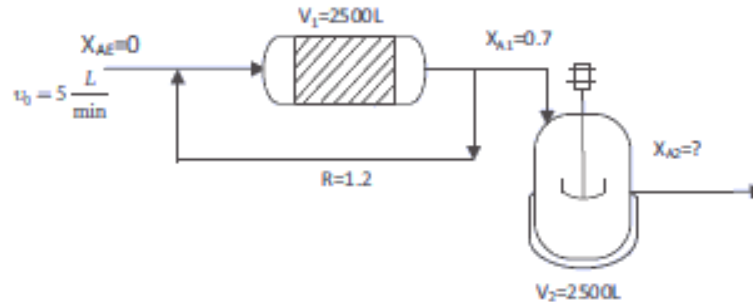


Figura C 17 Diagrama de proceso

- a. Es correcto en su totalidad
- b. No es correcto
- c. Parcialmente correcto
- d. Mínimamente correcto

3. El diagrama muestra un arreglo de dos reactores:

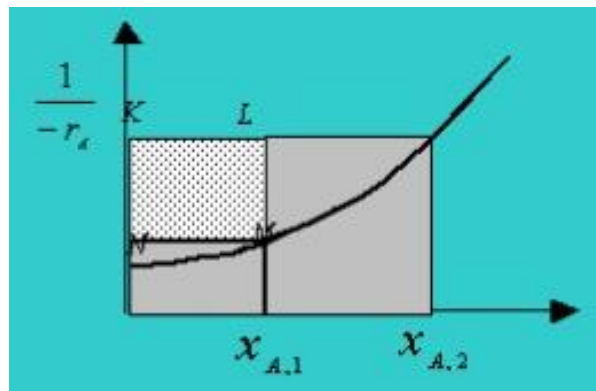


Figura C 18 Proceso

¿Qué tipos de reactores conforman el arreglo?

- a. CSTR-CSTR
- b. PFR-CSTR
- c. CSTR-PFR
- d. PFR-PFR

DESARROLLO HERRAMIENTA TECNOLÓGICA SABER PRO

La figura $1/r_A$ vs X_A , corresponde a un sistema de dos reactores CSTR conectados en serie, de volumen v_1 y v_2 conectados uno después de otro comenzando con v_1

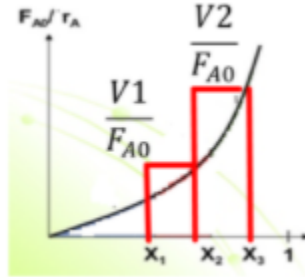


Figura C 19 Diagrama de proceso

Teniendo en cuenta lo expuesto anteriormente conteste VERDADERO o FALSO según corresponda.

4. En el primer reactor la conversión cambia de X_1 en el alimento a X_2 a la salida del reactor y en el segundo reactor de X_2 en el alimento a X_3 a la salida del reactor. **VERDADERO**
5. El orden de los reactores, primero uno y luego el otro, no influye en la conversión total que se alcanza en el sistema. **VERDADERO**

NIVEL 2

1. El ingeniero químico de una planta de procesos recibe el siguiente diagrama:

DESARROLLO HERRAMIENTA TECNOLÓGICA SABER PRO

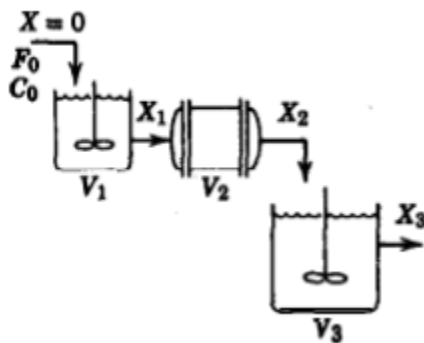


Figura C 20 Diagrama de proceso

Que representa una pequeña sección de la planta. Durante la noche deja la ventana de su oficina abierta y este junto con otros diagramas se desorganizan. El ingeniero pide ayuda a un practicante para realizar la organización de estos y debe ubicar la gráfica que representa el diagrama anterior justo detrás de este. El practicante coloca la siguiente gráfica:

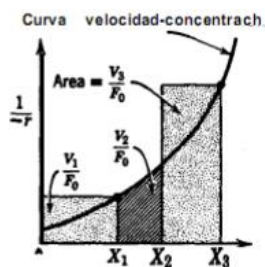


Figura C 21 Diagrama de proceso

¿La decisión del practicante es acertada?

- No, el gráfico no coincide con el diagrama
- Sí, el gráfico representa satisfactoriamente el diagrama**
- No, la gráfica es parcialmente acertada pero no es correcta en su totalidad
- Sí, la gráfica no muestra la información necesaria

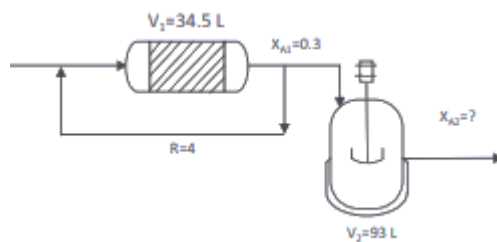
DESARROLLO HERRAMIENTA TECNOLÓGICA SABER PRO

2. se realizan 3 arreglos para la siguiente reacción en fase gas $A \rightarrow R + S$.

Sus presiones parciales son:

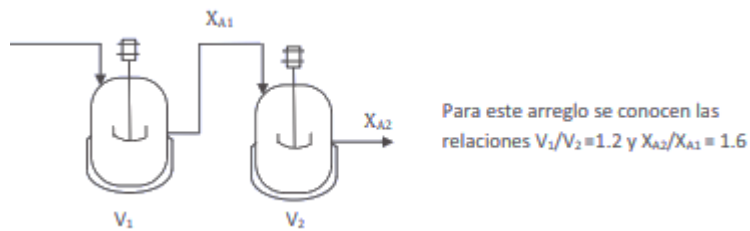
$$P_{A0} = 342 \text{ mmHg}, P_{\text{inertes}} = 798 \text{ mmHg}$$

Si el flujo de alimentación es de 100L/ min y el orden de reacción es de 0.7. ¿Qué arreglo cree usted que es más conveniente?



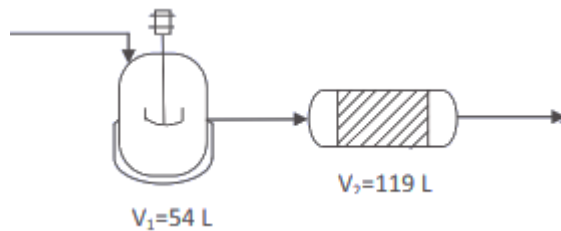
a.

Figura C 22 Diagrama de proceso



b.

Figura C 23 Diagrama de proceso



c.

Figura C 24 Diagrama de proceso

DESARROLLO HERRAMIENTA TECNOLÓGICA SABER PRO

3. Se tiene un reactor tubular continuo en fase gas con la siguiente reacción: $A+B \rightarrow 2R+S$ con un volumen de 2 L, una constante de velocidad de reacción de 50 L/ Mol min que opera a 300C y 2 Atm de presión con una alimentación de 0.3 L/min y sus fracciones molares son 0.3 de A, 0.4 de B y 0.3 de inertes. encuentre el grado de conversión a la salida del reactor tubular continuo operando a 300°C.

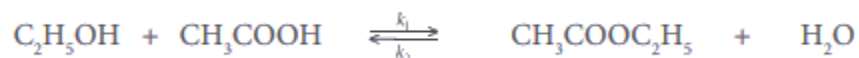
a. 0.87

c. 0.52

b. 0.67

d. 0.33

4. Para la producción de 500 gramos de acetato de etilo por día se tiene la siguiente reacción en fase líquida



Su velocidad de reacción es:

$$-r_A = k_1 [C_A C_B - C_R C_S / k]$$

Donde $k_1=7.93 \times 10^{-6} \text{ m}^3/\text{Kmol}$ y $k=293$, se tiene una concentración inicial másica de A: 0.23 y B: 0.77 con una conversión de 35%, se considera la densidad constante en 1020 kg/m³. Los tiempos de carga y descarga son iguales a una hora y la planta trabaja 24 horas. Calcule el volumen del reactor intermitente.

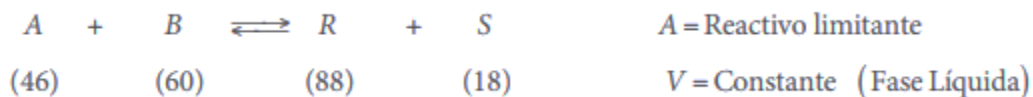


Figura C 25 Reacciones

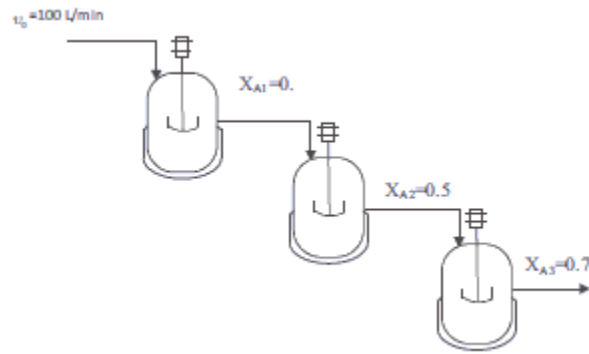


Figura C 27 Diagrama de proceso arreglo 1

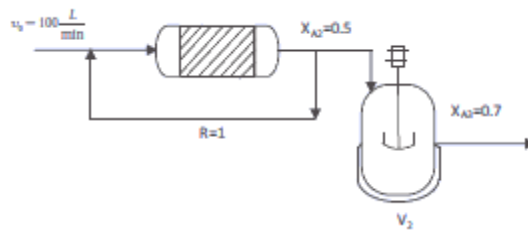


Figura C 28 Diagrama de proceso arreglo 2

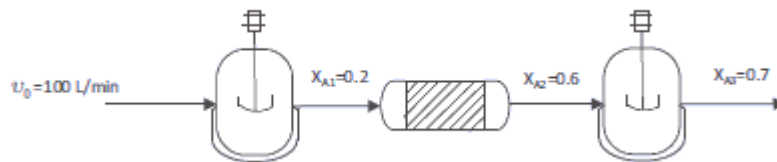


Figura C 29 Diagrama de proceso arreglo 3

De los cuales se obtienen los siguientes datos:

DESARROLLO HERRAMIENTA TECNOLÓGICA SABER PRO

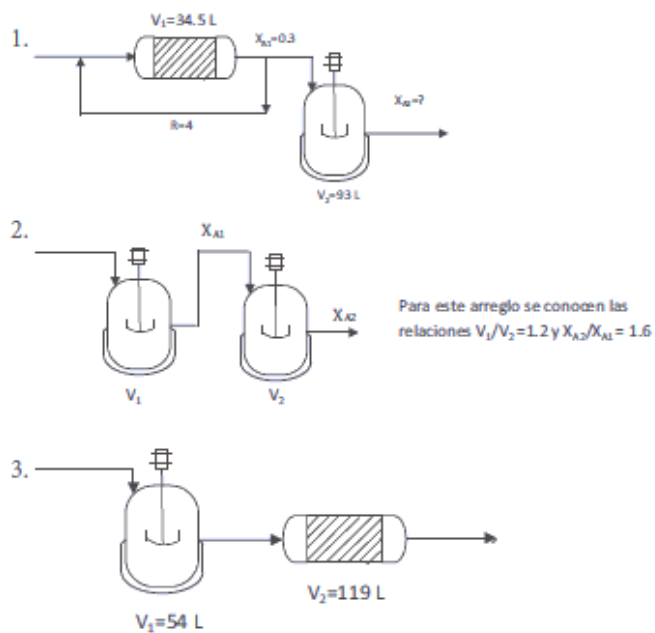
Tabla C 11 Datos obtenidos

Arreglo	Reactor	V(m ³)	L(m)	ÁTAPA (m ²)	ATOTAL	suma ATOTAL
1	1	0.222	0.07	3.1416	6.723	22.883
	2	1.062	3.76	0.2827	7.653	
	3	1.113	0.354	3.1416	8.507	
2	1	0.469	0.15	3.1416	7.226	25.647
	2	0.704	0.224	3.1416	7.69	
	3	2.226	0.708	3.1416	10.731	
3	1	1.091	3.86	0.2827	7.841	18.572
	2	2.226	0.708	3.1416	10.731	

- La empresa cuenta con \$25000 para la compra del reactor y se requiere el de mayor área superficial ¿Cual arreglo sería el más adecuado?
 - Arreglo 1
 - Arreglo 2**
 - Arreglo 3
 - Todos cumplen las condiciones
- Si se requiere usar el arreglo más económico ¿Cuál arreglo elegiría usted?
 - Arreglo 1
 - Arreglo 2
 - Arreglo 3**
 - Todos cumplen las condiciones
- Se obtiene la siguiente reacción en fase gas donde se realizan los siguientes arreglos en los reactores: $A \rightarrow R + S$:

DESARROLLO HERRAMIENTA TECNOLÓGICA SABER PRO

Tabla C 12 Arreglos



¿Qué arreglo usaría usted?

a. Arreglo 1

c. Arreglo 3

b. Arreglo 2

d. Ninguno

4. Existen dos tipos de arreglos para reactores:

- En serie
- En paralelo

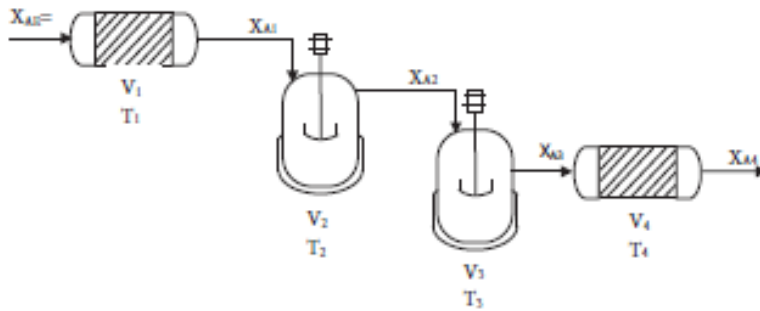
De acuerdo con su experiencia ¿Cuál considera es el más común?

a. Serie

c. Ambos son comunes

b. Paralelo

d. Ninguno es común



5.

Figura C 30 Diagrama de proceso

Identifique que reactores se representan en la imagen superior y que tipo de arreglo es:

- a. PFR - paralelo
- b. PFR y CSTR – Paralelo
- c. CSTR - Serie
- d. PFR y CSTR - Serie**

DESARROLLO HERRAMIENTA TECNOLÓGICA SABER PRO

ANEXO E. PREGUNTAS SIMULACRO

Las preguntas que se encuentran registradas en este banco fueron tomadas de las bases de datos del ICFES.

CASO 1

Una de las tecnologías que se emplean actualmente para la producción de anhídrido ftálico es la oxidación parcial de o-xileno. La importancia mundial de este anhídrido radica en su uso como materia prima para la fabricación de plastificantes usados en la industria del PVC. La figura muestra el diagrama de flujo que representa el proceso de oxidación del o-xileno.

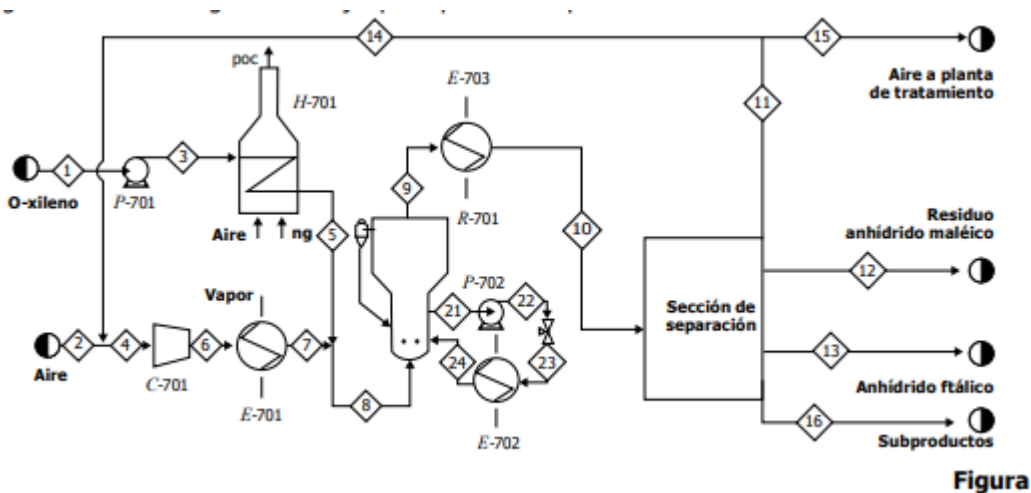
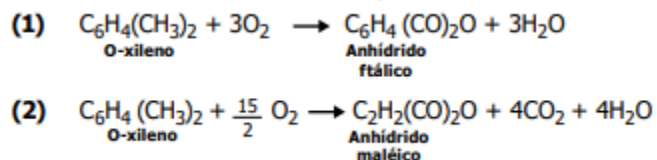


Figura D 1 Diagrama del Caso 1

El proceso emplea como materia prima o-xileno y aire; el o-xileno con un 5 % de impurezas se vaporiza y se mezcla con una corriente de aire caliente (contiene solamente O₂ y N₂) de manera tal que la concentración del hidrocarburo esté por debajo del límite inferior de explosividad que es 1 % molar. En el reactor todo el o-xileno reacciona, obteniéndose, principalmente, anhídrido ftálico, anhídrido maléico y otros subproductos. El efluente del reactor entra a una zona de separación y purificación en la cual se obtiene la corriente 11 que contiene todos los gases livianos, agua y

DESARROLLO HERRAMIENTA TECNOLÓGICA SABER PRO

algunas trazas de compuestos orgánicos. Finalmente, de la zona de separación sale anhídrido ftálico con una pureza del 99,9 %. Las reacciones que ocurren en el reactor de lecho empacado son:



La cinética de reacción se describe en la siguiente ecuación:

$$(-r_A) = k_0 e^{\frac{-E_a}{RT}} p_A p_B$$

Donde: Subíndice A indica o-xileno; Subíndice B indica oxígeno; k_0 está en $\text{kmol m}^{-3} \text{h}^{-1}$; E_a está en kcal kmol^{-1} ; P_i es presión parcial en atm; T es temperatura en K

Los valores de las constantes cinéticas y las energías de activación para las reacciones 1 y 2 se presentan en la tabla 1:

Tabla D1 Valores del caso 1

Reacción	k_0	E_a
(1)	$4,12 \times 10^{11}$	27000
(2)	$2,25 \times 10^{11}$	27900

Tabla 1

La tabla 2 presenta algunas características de algunas corrientes del proceso.

Tabla D 2 corrientes del caso 1

DESARROLLO HERRAMIENTA TECNOLÓGICA SABER PRO

Corriente No.	1	2	8	9	10	11	12	13	24
Temp. °C	25	25	245	353	45	45	155	245	301
Presión (kPa)	101,0	101,0	200,0	130,0	100,0	100,0	25,0	41,1	600,0
Fracción vapor	0,00	1,00	1,00	1,00	0,9876	1,00	0,00	0,00	0,00
Flujo total kg/h	11678,0	317360,0				319670,0	181,8	9172,0	1660000
Flujo total kgmol/h	110,0	11000,0		11157,73		11093,88	1,822	61,925	10000
Componente kmol/h									
O-xileno	110,0			4,05		4,05			
Oxígeno		2310,0		1721,15		1721,15			
Nitrógeno		8690,0							
Agua				386,20		386,20			
Dióxido de carbono				276,82		276,82			
Anhídrido ftálico				62,66		0,63	0,062	61,900	
Anhídrido maleico				16,16		14,38	1,760	0,020	
Impurezas				0,70		0,66	0,000	0,005	

Tabla 2

Algunas propiedades de las sustancias involucradas en el proceso se presentan en la tabla 3.

Tabla D 3 Propiedades del caso 1

Sustancia	Punto de ebullición normal (°C)	Punto de fusión (°C)	Peso molecular (mol/g)	Solubilidad en agua
O-xileno	138	-25	106,2	No soluble
Anhídrido ftálico	285	131	148,1	Poco soluble
Anhídrido maleico	202	52,85	98,1	Soluble

Tabla 3

1. Una apropiada selección de las operaciones de separación que se deben emplear para separar y purificar el producto principal contenido en la corriente 10, se fundamenta en
 - a. fases presentes y composición.
 - b. limitaciones en el equilibrio.
 - c. temperatura y caudal.
 - d. velocidad de separación.

DESARROLLO HERRAMIENTA TECNOLÓGICA SABER PRO

2. Debido a operaciones habituales de mantenimiento se decidió reemplazar las tuberías de succión y descarga del o-xileno. El cálculo del diámetro de la nueva tubería que permite mantener la capacidad de la planta se debe basar en
 - a. el número de Reynolds para flujo turbulento y el tipo de tubería.
 - b. la presión de trabajo de la bomba y la longitud de tubería.
 - c. el tipo de flujo y las menores pérdidas de fricción.
 - d. la velocidad de caudal máximo y la pérdida de carga.**

3. Para ejercer un control riguroso de la cantidad de o-xileno presente en la mezcla gaseosa que conforma la corriente 8, la variable medida y la variable manipulada en el proceso, respectivamente, son
 - a. el flujo en la corriente 5 y el flujo en la corriente 6.
 - b. el caudal en la corriente 5 y el caudal en la corriente 7.
 - c. el flujo en la corriente 6 y el flujo en la corriente 3.**
 - d. el caudal en la corriente 4 y el caudal en la corriente 3.

4. Por restricciones en la alimentación eléctrica se requiere disminuir la potencia consumida por la bomba P-701, la cual transporta el o-xileno desde el tanque de almacenamiento hasta el calentador H-701. Esta disminución en la potencia consumida por la bomba se puede alcanzar si se aumenta
 - a. el diámetro de la descarga.**
 - b. la temperatura del fluido.
 - c. la viscosidad del fluido.
 - d. el peso específico.

DESARROLLO HERRAMIENTA TECNOLÓGICA SABER PRO

5. Dadas las propiedades de las sustancias presentes en el proceso y la información tabulada sobre las corrientes, las unidades que deben estar presentes en serie en la sección de separación son
- a. evaporadores y absorbedores.
 - b. absorbedores y condensadores.
 - c. condensadores y torres de destilación.
 - d. cristalizador y torres de destilación.**
6. La bomba P-702 suministra continuamente el refrigerante que permite conservar la temperatura de reacción en el reactor R-701 dentro de un intervalo seguro de operación. La cavitación dentro de la bomba afectaría el suministro normal del caudal que retira la energía liberada durante la oxidación. Una acción que ayuda a evitar permanentemente la cavitación en la bomba es
- a. verificar que el valor del NSPH (Net Positive Suction Head) requerido sea mayor que el valor del NSPH disponible.
 - b. asegurar que los parámetros de diseño de la bomba estén por encima de las especificaciones reales de operación durante el bombeo.
 - c. mantener las demandas en el sistema de bombeo.**
 - d. disminuir la cabeza de succión.
7. Se ha determinado que la oxidación del o-xileno puede ocurrir entre 200 °C y 500 °C a presiones que oscilan entre la atmosférica y 500 kPa. De acuerdo con lo anterior y con la

DESARROLLO HERRAMIENTA TECNOLÓGICA SABER PRO

descripción del caso, las condiciones más favorables para producir anhídrido ftálico deben cumplir las siguientes tendencias:

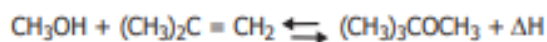
- | | |
|--|-------------------------------------|
| a. Alta temperatura y alta presión. | c. Alta temperatura y baja presión. |
| b. Baja temperatura y baja presión. | d. Baja temperatura y alta presión. |

8. Para disminuir los riesgos de explosión se ha sugerido cambiar a un esquema de reacción de fases heterogéneas en el cual el o-xileno líquido se pone en contacto con oxígeno presente en el aire para entrar al reactor de oxidación. Para valorar la viabilidad técnica-económica de esta sugerencia, los criterios que se deben revisar son

- a. **selectividad, tipo de reactor y rendimiento.**
- b. condiciones y avance de reacción y selectividad.
- c. velocidad de reacción, conversión y rendimiento.
- d. rendimiento, avance de reacción y tipo de reactor.

CASO 2

El metil tert-butil éter (MTBE) es un aditivo usado para aumentar el número de octano de la gasolina. Este aditivo se produce mediante la reacción de metanol con isobutileno, de acuerdo con la siguiente estequiometría:



DESARROLLO HERRAMIENTA TECNOLÓGICA SABER PRO

Esta reacción es reversible; sin embargo, el proceso opera a baja temperatura para favorecer el equilibrio hacia los productos (exotérmica). El proceso se muestra en el diagrama de flujo de la figura.

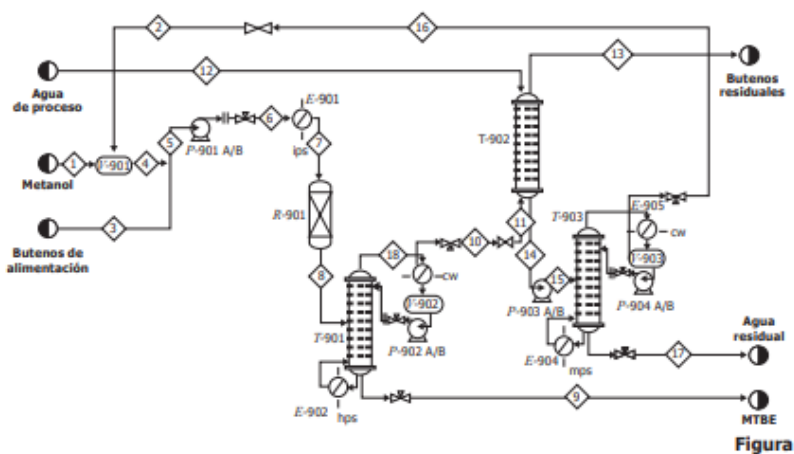


Figura D 2 Diagrama del Caso 2

El efluente del reactor (R-901) se destila en la torre de destilación (T-901) y se obtiene en los fondos el MTBE. El metanol y los butenos restantes pasan a una torre de absorción (T-902), en la cual el 99 % del metanol es absorbido con agua y recuperado en la torre de destilación (T-903). A continuación, se presenta información adicional del proceso:

Corriente 1: metanol 100 %

Corriente 3: se alimentan 500 kmol/h de mezcla de butenos, 23 % isobutileno, 77 % otros butenos.

Reactor de MTBE (R-901): la conversión es de 96 % con catalizador fresco con cambio diario, opera a 30 bares para asegurar reacción en fase líquida.

Corriente 15: solución metanol agua en estado de líquido subenfriado.

Corriente 17: 0,97 molar de agua y 0,3 molar de metanol.

DESARROLLO HERRAMIENTA TECNOLÓGICA SABER PRO

1. Para garantizar las condiciones de separación en la torre T-901 es importante asegurar que en la corriente de salida del reactor R-901 (corriente 8) no esté presente la fase vapor. Para garantizar estas condiciones es necesario controlar
 - a. la temperatura de las corrientes 7 y 8.
 - b. la presión en la torre T-901.
 - c. la composición y temperatura de la corriente 7.
 - d. la temperatura en el reactor R-901.**
2. Para construcción de los equipos de bombeo P-901, P-902, P-903 y P-904, el fabricante propuso cuatro materiales. Todos los materiales cumplen con los criterios técnicos necesarios, sin embargo, el uso de determinados materiales acarrea un costo mayor para el proyecto.

De acuerdo con lo anterior, desde el punto de vista económico, el material más adecuado es

- a. Hastelloy C.
 - b. acero al carbono.**
 - c. acero inoxidable 316.
 - d. acero al carbono/inoxidable 316.
3. Para la obtención de MTBE en la etapa de destilación de la corriente 8 se debe escoger el tipo de condensador a usar en el proceso. Las variables que deberían tenerse en cuenta para escoger el tipo de condensador (total o parcial) a usar en la torre T-901 son
 - a. flujo y composiciones de la corriente de vapor saturado.
 - b. composición y presión de vapor de la corriente de vapor saturado.**

DESARROLLO HERRAMIENTA TECNOLÓGICA SABER PRO

- c. flujo y presión de la corriente de destilado.
 - d. composición y temperatura de la corriente de destilado.
4. En el proceso de producción de MTBE, se tiene una reacción catalizada con una resina de carácter ácido de intercambio catiónico con alta tasa de desactivación. Según los parámetros de operación y teniendo en cuenta la eficiencia técnica del proceso, el tipo de reactor R-901 y la condición de operación para este deberían ser
- a. lecho móvil y adiabático.
 - b. CSTR y chaqueta de calentamiento.
 - c. **lecho fijo e isotérmico.**
 - d. lecho fijo y chaqueta de calentamiento.
5. En el diseño de la torre de destilación de metanol T-903, se propuso aumentar la relación de reflujo e implementar un precalentador de la corriente 15 para que ingrese en la torre como líquido saturado. Se espera que esta propuesta permita
- a. **disminuir el número de etapas ideales de separación.**
 - b. aumentar la concentración de metanol en los fondos.
 - c. disminuir la concentración del componente menos volátil en el tope.
 - d. aumentar el número de etapas ideales de separación.
6. El agua de residuo que se elimina en la corriente 17 cumple la normatividad ambiental nacional. Por esta razón, se obtuvo un permiso de vertimientos a una fuente de agua cercana. Sin embargo, para exportación exigen disminuir la concentración de metanol en esta corriente, debido a que supera los parámetros internacionales. Para disminuir la

DESARROLLO HERRAMIENTA TECNOLÓGICA SABER PRO

concentración de metanol en la corriente 17, la primera alternativa que debe considerarse es

- | | |
|--|--|
| a. usar extracción con solventes. | c. emplear ósmosis inversa. |
| b. mejorar la separación en la destilación. | d. aumentar el flujo de agua de proceso. |

7. La corriente de tope de la torre T-903 se condensa; una parte de ella se recircula para mezclarla con la corriente de metanol puro que ingresa en el proceso y otra parte se retroalimenta, con el fin de mantener la relación de reflujo adecuada para la operación de la torre a través de una bomba centrífuga. Según estos parámetros de operación, la corriente 16 que sale del tanque V-903 deberá encontrarse como

- | | |
|------------------------------|--------------------------------|
| a. vapor saturado. | c. líquido saturado. |
| b. vapor y líquido saturado. | d. líquido subenfriado. |

CASO 3

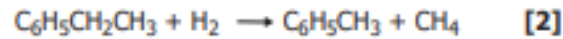
El estireno es un compuesto base para la producción de poliestireno. De este último existen diferentes tipos con propiedades físicas y mecánicas particulares e importantes en diferentes sectores económicos. El estireno se puede obtener de la deshidrogenación de etilbenceno, como lo describe la reacción 1 que se presenta a continuación:



La reacción es reversible y limitada por el equilibrio. Esta ocurre a temperaturas entre los 800 K a 950 K, y bajas presiones (0,4 a 1,4 bar), para favorecer el equilibrio hacia la producción de estireno.

DESARROLLO HERRAMIENTA TECNOLÓGICA SABER PRO

El proceso usa un catalizador de hierro para minimizar las reacciones colaterales, una de las más importantes es la hidrogenación de etilbenceno para producir tolueno y metano, como se muestra en la reacción 2.



Las velocidades de reacción para las reacciones [1] y [2] están dadas, respectivamente, por:

$$r_1 = 1.177 \times 10^8 \exp\left(-\frac{21.708}{RT}\right) P_{\text{etilbenceno}}$$

$$r_{-1} = 20.965 \exp\left(\frac{7.804}{RT}\right) P_{\text{estireno}} P_{\text{hidrogeno}}$$

$$r_2 = 7.206 \times 10^{11} \exp\left(-\frac{49.675}{RT}\right) P_{\text{etilbenceno}}$$

En la figura se presenta el diagrama del proceso de producción de estireno.

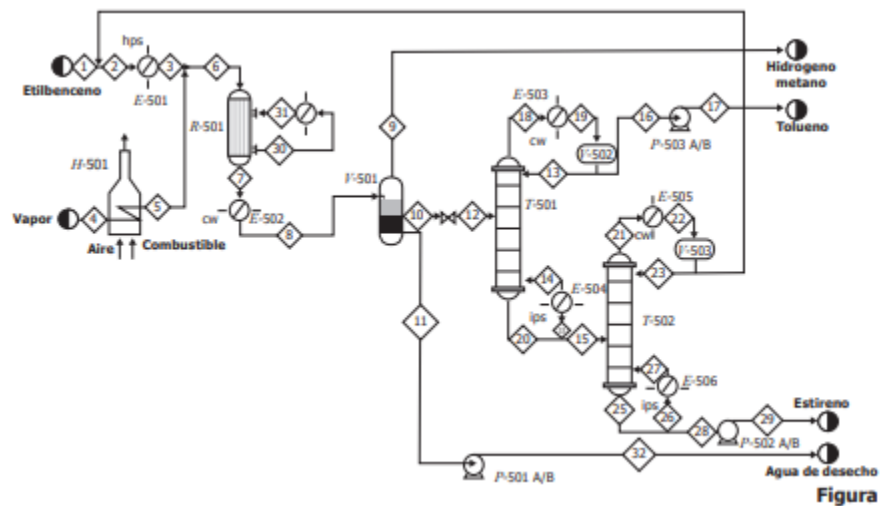


Figura D 3 Diagrama del Caso 3

Las propiedades de las corrientes más importantes del proceso (ver figura), son las siguientes:

Corriente 1: etilbenceno fresco, líquido a 30 °C.

DESARROLLO HERRAMIENTA TECNOLÓGICA SABER PRO

Corriente 4: vapor de agua de baja presión; se calienta y usa como diluyente y fuente de calor del alimento de R-501.

Corriente 7: mezcla de los productos de reacción en estado de vapor saturado.

Corriente 9: gas ligero de hidrógeno y metano, con trazas de vapor de agua y pequeñas cantidades de etilbenceno y tolueno.

Corriente 17: 99 % de tolueno con pequeñas cantidades de etilbenceno y estireno.

Corriente 29: estireno crudo con al menos 99 % en peso de pureza, 100.000 ton/año.

Un intercambiador de coraza y tubo E-502 se usa para enfriar la corriente saliente del reactor, corriente 7.

1. Se considera que el reactor R-501 debe ser un reactor PFR, isotérmico. Con el fin de evaluar el volumen de diseño del reactor necesario para que la reacción tenga una conversión del 80 %, se requiere conocer

a. la expresión de cinética de reacción.

b. la composición molar del alimento.

c. la energía de activación.

d. la fracción molar del reactivo límite.

2. Con el fin de transportar la corriente 16, se debe escoger el tipo de bomba P-503. De acuerdo con el caso descrito, para la selección de esta bomba es necesario conocer

a. el caudal y la cabeza de succión.

b. el diámetro de la tubería y el NPSH.

DESARROLLO HERRAMIENTA TECNOLÓGICA SABER PRO

- c. las pérdidas por fricción y la potencia de la bomba.
 - d. la potencia de la bomba y el caudal.
3. La corriente 7 que sale del reactor R-501 se enfría con agua como refrigerante en el intercambiador E-502. De acuerdo con criterios técnicos y económicos, el tipo de cabezal que se requiere para este intercambiador y la disposición de los fluidos, respectivamente, son
- a. **intercambiador de cabeza fija y corriente 7 por la tubería.**
 - b. intercambiador cabeza fija y corriente 7 por la carcasa.
 - c. intercambiador cabeza flotante y corriente 7 por la tubería.
 - d. intercambiador de cabeza móvil y corriente 7 por la carcasa.
4. Para el rehervidor E-506 se escogió un intercambiador de tubos y coraza, con paso de vapor por dentro de las tuberías y un arreglo cuadrado para los tubos. Los criterios que se tuvieron en cuenta para determinar el tipo de arreglo que se debe usar en el intercambiador son
- a. el diámetro de las tuberías y la temperatura de los flujos.
 - b. el número de tubos y la viscosidad de los fluidos.
 - c. el tipo de cabezal y el número de pasos.
 - d. **la facilidad para la limpieza y el diámetro interno de la carcasa.**
5. Durante el proceso, un cambio de temperatura en el separador V-501 genera menor separación del tolueno, del estireno y del agua residual, lo cual disminuye la viscosidad de

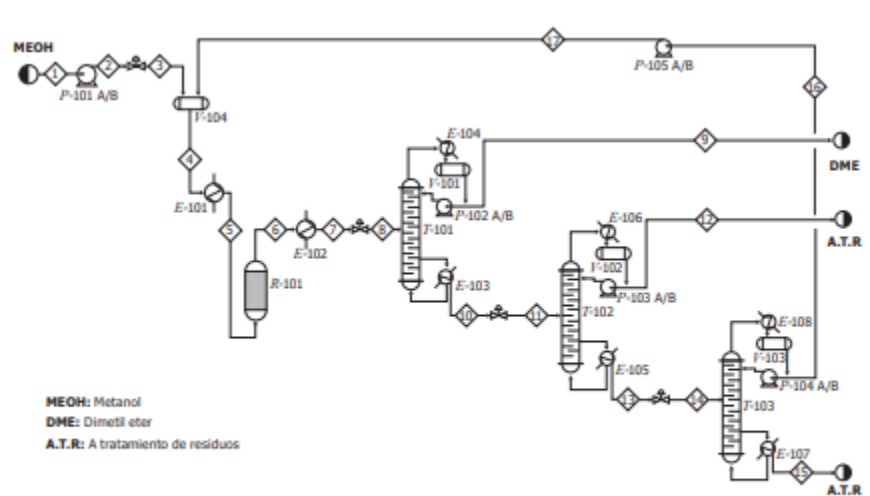
DESARROLLO HERRAMIENTA TECNOLÓGICA SABER PRO

la solución alimentada a T-501. De acuerdo con lo anterior, este cambio en la temperatura genera

- a. mayor eficiencia de plato y mayor número de etapas reales.
- b. menor eficiencia de plato y mayor número de etapas reales.
- c. mayor eficiencia de plato y menor número de etapas reales.**
- d. menor eficiencia de plato y menor número de etapas reales.

CASO 4

El dimetil éter (DME) se emplea como combustible limpio y sustituto del gas licuado de petróleo; también se utiliza como solvente, importante en la producción a escala industrial. El diagrama de flujo de la figura presenta la deshidratación de metanol para producir 50.000 t/año de DME de alta pureza (mínimo 99 %).



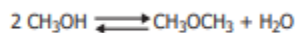
Tomado de: www.cbe.com.ar/edu/publications/projects/large_projects/dimethyl_ether.PDF

Figura

DESARROLLO HERRAMIENTA TECNOLÓGICA SABER PRO

Figura D 4 Diagrama del Caso 4

La siguiente reacción permite producir DME empleando como catalizador $\text{Al}_2\text{O}_3/\text{SiO}_2$ y con una conversión máxima del 82 %:



Dentro del intervalo de temperatura de operación normal se puede afirmar, en términos prácticos, que no existen reacciones colaterales y el máximo rendimiento es del 92 %. El reactor R-101 opera adiabáticamente y la cinética de la reacción para temperaturas mayores que 250 °C está dada por

$$r_{\text{metanol}} = k_0 \exp\left[-\frac{E_a}{RT}\right] p_{\text{metanol}}$$

Donde $k_0 = 1,21 \times 10^6 \text{ kmol m}^{-3} \text{ h}^{-1} \text{ kPa}^{-1}$, $E_a = 80,48 \text{ kJ mol}^{-1}$ y p_{metanol} es la presión parcial del metanol en kPa. Por encima de 400 °C se observa que el catalizador se desactiva y, por tanto, se necesita que ningún punto dentro del reactor exceda esa temperatura. La reacción es ligeramente exotérmica (a 25 °C, $\Delta H_{\text{reacción}} = 11.770 \text{ kJ/kmol}$). Las constantes de equilibrio a diferentes temperaturas son:

Tabla D 4. Temperatura y constante de equilibrio para el caso 4.

T	K_p
473 K (200°C)	34,1
573 K (300°C)	12,4
673 K (400°C)	6,21

La tabla 1 presenta algunas características de ciertas corrientes del proceso.

Tabla D 5. Corrientes proceso caso 4.

DESARROLLO HERRAMIENTA TECNOLÓGICA SABER PRO

Tabla 1

Corriente	1	5	6	8	9	12	15	16
Temperatura (°C)	25,00	250,00	365,65	125,56	46,00	80,13	101,47	66,87
Presión (atm)	1,00	14,99	14,90	10,26		6,91	1,09	
Fracción vapor	0,00	1,00		0,53				
Flujo másico (kg/h)	8.627,85	10.718,96		10.718,96	6.071,47	64,04	2.489,96	2.091,11
Flujo molar (kmol/h)	270,15	335,99		335,99	131,81	1,49	136,76	65,85
Flujo por componente (kmol/h)								
Metanol	264,74		65,84	65,84	0,0430	0,6600	0,65	64,48
Dimetil éter	0,27	0,27	131,95	131,95		0,2600		
Agua	4,05	5,42	137,11	137,11			135,71	
Acetaldehído	0,27			0,27	0,0988	0,1714		
Ácido acético	0,41			0,41			0,4053	0,0002
Acetona	0,41			0,41	0,0009	0,4043		0,0083

La tabla 2 muestra algunas propiedades físicas de las sustancias involucradas en el proceso.

Tabla D 6. Propiedades físicas de las sustancias en el caso 4.

Tabla 2

Sustancia	Punto de ebullición normal (°C)	Peso molecular (g/gmol)	Temperatura crítica (°C)	Presión crítica (atm)
Metanol	65	32	240	80
Dimetil éter	-25	46,07	127	53
Agua	100	18	374	221

1. En la reacción exotérmica de interés, el efecto más importante de duplicar el tiempo de residencia del reactante dentro del reactor adiabático R-101 es
 - a. el aumento de la conversión de la reacción.
 - b. el aumento de la cantidad de DME producido.
 - c. la disminución en el tiempo de vida útil del catalizador.**
 - d. la disminución de requerimientos energéticos en el proceso.

2. De acuerdo con la información del proceso, se determinó que la reacción puede ocurrir en un intervalo de temperatura que oscila entre 200 °C y 400 °C, con presiones desde la atmosférica hasta 20 atm y operando el reactor a temperatura constante o variable. Los

DESARROLLO HERRAMIENTA TECNOLÓGICA SABER PRO

criterios técnicos que se tuvieron en cuenta para definir las condiciones de operación adiabática del reactor R-101 son

- i. la velocidad de reacción, las barreras difusionales y la conversión máxima.
 - ii. la conversión máxima, el rendimiento de reacción y el volumen del reactor.
 - iii. la conversión máxima, la reversibilidad de la reacción y la velocidad de reacción.**
 - iv. la velocidad de reacción, el rendimiento de reacción y el volumen del reactor.
3. La corriente 14, la cual es alimentada a la torre T-103, debe cumplir las condiciones de trabajo definidas para esta unidad. Para tal efecto, se decide colocar una válvula a la salida del rehervidor E-105. Los tipos de válvulas que permiten alcanzar los requerimientos técnicos de la torre T-103 son
 - a. válvulas de compuerta y válvulas de bola.
 - b. válvulas de mariposa y válvulas de globo.**
 - c. válvulas de bola y válvulas de mariposa.
 - d. válvulas de globo y válvulas de compuerta.
4. El ingeniero de mantenimiento piensa que se podrían reducir equipos y costos de inventario de repuestos si se eliminan las bombas P-101 A/B y P-105 A/B. Esto implicaría mezclar las corrientes 1 y 16 a baja presión, vaporizar la corriente resultante en la unidad E-101 y aumentar su presión hasta la condición de la corriente 15. El efecto de esta modificación, en términos del consumo de energía en el sistema de alimentación al reactor,

DESARROLLO HERRAMIENTA TECNOLÓGICA SABER PRO

El diagrama de flujo muestra el proceso para la producción de acetona a partir de alcohol isopropílico.

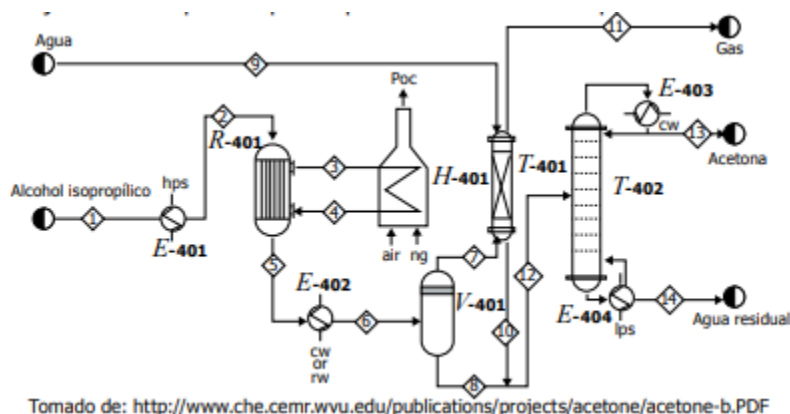


Figura D 5 Diagrama del Caso 5

El alcohol isopropílico se alimenta como una mezcla azeotrópica en agua a 25°C y 1 atm. La alimentación se calienta, vaporiza y sobrecalienta en un intercambiador de calor y luego se envía al reactor en el cual se forma la acetona. A continuación, el efluente del reactor se enfría y condensa parcialmente en un intercambiador de calor y se envía a una unidad de separación, en la cual el hidrógeno sale por la corriente 7, mientras que los componentes remanentes (acetona, alcohol isopropílico y agua) se distribuyen entre las corrientes 7 y 8, según la ley de Raoult. Algo de la acetona en la corriente 7 se recupera mediante absorción con agua pura en una torre empacada y se mezcla con la corriente 8 para formar la corriente 12. Finalmente, esta corriente se destila para producir acetona casi pura en la corriente 13 y agua residual (ca. contiene isopropanol) en la corriente 14.

1. Dadas las condiciones de la corriente 1 que alimenta al calentador E-401, el conjunto de variables independientes desconocidas que deben especificarse en la corriente 2 y que permiten determinar la energía necesaria por unidad molar [energía/mol] son

DESARROLLO HERRAMIENTA TECNOLÓGICA SABER PRO

5. La torre de absorción T-401 maneja un flujo de agua equivalente a 1,5 veces el flujo mínimo. Para la determinación del flujo mínimo se requiere la masa y la composición de las corrientes
- a. 7 y 10. c. 9 y 10.
- b. 7 y 11.** d. 10 y 11.
6. El funcionamiento de la torre de destilación T-402 se puede verificar mediante un modelo apropiado para el que se definen, además de la información de la corriente 12, las siguientes condiciones de operación:
- a. Presión de la torre, flujo de la corriente 14 y relación de reflujo.**
- b. Flujo de la corriente 13, relación de reflujo y calor en el condensador.
- c. Presión de la torre, calor en el rehervidor y la revelación de reflujo.
- d. Temperatura de la corriente 13, relación de reflujo y calor en el rehervidor.
7. En el diseño de la torre de destilación de platos T-402 se conoce la relación de reflujo establecida y se emplea la corriente 12 como una alimentación líquida saturada de composiciones molares conocidas. De acuerdo con la información anterior, las condiciones de operación de la corriente 12 y la relación de reflujo que permitirían reducir el número de etapas ideales, corresponden a
- a. Vapor saturado y una relación de reflujo mínima.
- b. Líquido subenfriado y una relación de reflujo menor que la establecida.
- c. Líquido saturado y una relación de reflujo constante.

DESARROLLO HERRAMIENTA TECNOLÓGICA SABER PRO

d. Vapor saturado y una relación de reflujo mayor que la establecida.**CASO 6**

Un trapiche panelero tiene planta de tratamiento de aguas residuales (PTAR) que consta de 1 sedimentador primario que remueve el 20 % de la carga contaminante del agua residual a partir de su ingreso a la planta, seguido de una laguna de oxidación aireada que por su comportamiento se puede comparar con el de un reactor de mezcla completa (RMC), a la que se le adiciona un coagulante cuyo efluente se conduce a un último sedimentador que alcanza una eficiencia de remoción del 50 %. En la actualidad, se presenta una disminución en la eficiencia de remoción del sistema diseñado y se requiere identificar y contrarrestar las causas. En la tabla se presentan algunas de las condiciones de diseño.

Tabla D 7. Condiciones del diseño del caso 6.

Información importante	Valores y unidades
Caudal promedio diario, $Q=V/t$	50 m ³ / día
DBO promedio del afluente, C_{A0}	200 mg/L
Constante cinética K	0,100 d ⁻¹
Ecuación para RMC orden 1: $\frac{C_A}{C_{A0}} = \frac{1}{1 + K \cdot t}$	$t = \frac{1}{K} \left[\frac{C_{A0}}{C_A} - 1 \right]$
Ecuación para eficiencia de remoción: $\eta = \left(1 - \frac{C_A}{C_{A0}} \right) \times 100$	$C_A = C_{A0} \left(1 - \frac{\eta}{100} \right)$

La PTAR, después de operar satisfactoriamente por más de cuatro años, ha disminuido su eficiencia de remoción, principalmente por la baja eficiencia de remoción en el sedimentador secundario debido a acumulación excesiva de lodos que modifican su volumen efectivo de diseño y el inicio de la anaerobiosis por la cantidad de oxígeno disuelto.

DESARROLLO HERRAMIENTA TECNOLÓGICA SABER PRO

Como solución, se sacará de funcionamiento ese sedimentador temporalmente para hacer la correspondiente extracción de lodos, se revisarán las condiciones de mezcla del RMC y se modificará la dosis de coagulante en el RMC.

1. El plan de pruebas necesario para validar la solución de diseño planteada incluye verificar el aumento del volumen total del sedimentador secundario hasta la condición de diseño, medir el porcentaje de remoción de carga contaminante con diferentes dosis de coagulante y
 - a. disminuir la potencia de mezcla en el RMC.
 - b. verificar el aumento del volumen total del sedimentador primario.
 - c. aumentar la potencia de mezcla en el RMC.**
 - d. verificar la disminución del volumen total del sedimentador primario.

2. La PTAR del trapiche mencionado fue diseñada para obtener una eficiencia de remoción del 90 % de su carga de DBO desde el ingreso al primer sedimentador hasta la salida del último sedimentador. Para garantizar esta remoción, el volumen útil mínimo que debe tener el agua en la laguna es de
 - a. 1.500 m³.
 - b. 2.000 m³.
 - c. 3.500 m³.**
 - d. . 4.500 m³.

3. En general, los sistemas de tratamiento de agua residual que utilizan lagunas deben tener en cuenta algunas de las siguientes especificaciones para su diseño, operación y funcionamiento:

DESARROLLO HERRAMIENTA TECNOLÓGICA SABER PRO

- i. Cortos tiempos de retención.
- ii. Personal altamente calificado para su operación.
- iii. Tener suministro continuo de energía.
- iv. Profundidad entre 2 y 5 metros.

En el caso del trapiche mencionado, la laguna existente, en su proceso de desarrollo normal, debe tener en cuenta las especificaciones

- | | |
|-----------|------------------|
| a. 1 y 2. | c. 3 y 4. |
| b. 2 y 3. | d. 4 y 1. |
4. Se quiere implementar un plan de manejo forestal en un bosque de manglar, en el que la regeneración del bosque y el crecimiento de las plántulas son casi nulos. Este es un pequeño bosque localizado en una zona estuariana que solo recibe aportes de agua dulce unos tres meses al año, la corriente que irriga el bosque presenta una alta carga de sólidos suspendidos y totales, los cuales en promedio oscilan entre 250 y 400 mg/L, la boca que comunica al estuario con el mar se cierra en el verano, el nivel de marea alta está por debajo de la boca estuariana y los análisis fisicoquímicos hechos al suelo han evidenciado la pérdida rápida de los iones NO₂ y NO₃ y alta conductividad eléctrica. Los investigadores han concluido que se requiere un repoblamiento del bosque por la poca regeneración natural de las especies presentes (mangle rojo (*Rhizophora mangle*), mangle negro (*Avicenniagerminans*) y mangle blanco (*Lagunculariarecemos*), la cual muestra una alta correlación con la alta tasa de desnitrificación presentada. Dentro de las causas que promueven la desnitrificación,

DESARROLLO HERRAMIENTA TECNOLÓGICA SABER PRO

es decir, la pérdida de nitrógeno del suelo a la atmósfera (en forma de NO, N₂ o N₂O), se encuentran las siguientes condiciones:

- Bajas temperaturas en el suelo (<10 °C).
- pH alto (>7).
- Exceso de materia orgánica (> 4 %).
- Alta humedad por periodos prolongados (> 70 %).
- Condiciones anaeróbicas.
- Lixiviación o escurrimiento a través del suelo.
- Textura del suelo (suelos arcillosos).

Dadas las características propias de este estuario, las condiciones que mayormente estarían relacionadas con la baja regeneración natural del bosque manglárigo serían, en su orden:

- a. Textura del suelo, alto escurrimiento en el suelo y alta humedad.
 - b. Exceso de materia orgánica, condiciones anaeróbicas y pH alto.**
 - c. Bajas temperaturas en el suelo, exceso de materia orgánica y lixiviación.
 - d. Alta humedad en el suelo, pH altos y suelos francoarenosos.
5. En una región de Colombia, para el diagnóstico sobre el estado de las aguas subterráneas para consumo humano se han consultado diferentes fuentes de información. Se obtuvieron datos sobre uso del suelo, fuentes contaminantes, niveles de contaminantes (químicos y microbiológicos) y la normativa ambiental vigente.

DESARROLLO HERRAMIENTA TECNOLÓGICA SABER PRO

De acuerdo con lo anterior, para completar el diagnóstico se requiere información sobre

- a. zonas de recarga.
 - b. proyección de población.
 - c. **mapas hidrogeológicos.**
 - d. estructuras geológicas.
6. Una industria quiere instalar un sistema continuo para controlar las emisiones de partículas menores a $10 \mu\text{m}$ de la corriente gaseosa con una concentración de 5 g/m^3 y un caudal de $2 \text{ m}^3/\text{s}$; la humedad del gas es del 70 %, y la eficiencia esperada del sistema es del 80 %. En la tabla se describen algunas tecnologías para el sistema de control, teniendo en cuenta las características de cada tecnología.

Tabla D 8. Características del caso 6.

Características	Ciclón	Filtro de mangas	Precipitador electrostático
Costos de instalación	\$ 50	\$ 100	\$ 1.000
Costos de operación	\$ 10	\$ 40	\$ 100
Eficiencia	50 %	40 %	85 %

Tomando en cuenta solamente los criterios técnicos, lo apropiado es usar

- a. filtro de mangas.
 - b. **precipitador electrostático.**
 - c. dos ciclones en serie.
 - d. ciclón seguido de un filtro de mangas.
7. Un hospital debe realizar el inventario de emisiones atmosféricas, para presentarlas a la autoridad ambiental en los plazos establecidos por la Ley. El hospital cuenta con un incinerador de diferentes tipos de residuos.

DESARROLLO HERRAMIENTA TECNOLÓGICA SABER PRO

Según las metodologías comúnmente aplicadas y aceptadas internacionalmente, en la elaboración del inventario de emisiones generadas durante la incineración, la alternativa que NO se recomienda es

- a. medición directa en la fuente.
- b. balance de masas.
- c. factores de emisión.
- d. **sistema de predicción continua**