
DESARROLLO DE COMPETENCIAS INGENIERILES EN ESTUDIANTES DE INGENIERÍA DE LAS REACCIONES QUÍMICAS TRAVÉS DEL USO DE SOFTWARE DE SIMULACIÓN DE DISEÑO DE REACTORES

ALEGRE, Clara Iris Aymar - alegreclara89@gmail.com; DELGADO, Félix Elías - felixedelgado@gmail.com; ZALAZAR, María Fernanda - fernanditemz@gmail.com

Facultad Regional Resistencia. Universidad Tecnológica Nacional

EJE 6 Reflexiones en torno a la educación con tecnologías en las Ingenierías.

PALABRAS CLAVE: simulación de procesos, formación por competencias, TIC's

RESUMEN

En el contexto del crecimiento sostenido de herramientas digitales aplicadas a la formación universitaria, se describe la implementación de una estrategia de enseñanza orientada al desarrollo de competencias específicas, mediante el uso del software UNISIM para la simulación del diseño de reactores. Esta experiencia se llevó a cabo en la asignatura de Ingeniería de las Reacciones Químicas de cuarto nivel de la carrera de Ingeniería Química de la Facultad Regional Resistencia de la Universidad Tecnológica Nacional. La misma se enmarca en una modalidad de enseñanza bimodal que articula el trabajo autónomo digital con encuentros presenciales de acompañamiento y evaluación, promoviendo habilidades vinculadas al análisis técnico, la toma de decisiones y la modelización de procesos químicos complejos.

La propuesta consistió en el estudio de la producción de anhídrido acético a partir del craqueo de acetona, una reacción endotérmica en fase gaseosa modelada mediante cinética de primer orden. Los estudiantes, organizados en grupos, trabajaron con el simulador UNISIM configurando distintos escenarios reactivos: reactores CSTR y PFR operando en condiciones isotérmicas, adiabáticas y en serie. Para cada configuración se analizaron los balances de masa y energía, la definición de paquetes de fluidos adecuados, la determinación de conversiones alcanzadas y la evaluación comparativa del comportamiento de los reactores bajo distintas condiciones operativas. Se diseñaron informes técnicos con fundamentación teórica, hipótesis de modelado, tablas de resultados y capturas del diagrama de flujo del proceso, lo que permitió articular saberes disciplinares con competencias en el uso crítico de tecnologías.

El trabajo concluyó con una propuesta de operación optimizada a partir de la exploración de variables de diseño. La evaluación integró una rúbrica que consideró aspectos formales, técnicos y de análisis crítico. Los resultados demostraron un progreso significativo en la comprensión del comportamiento dinámico de reactores, el uso aplicado de TIC en ingeniería, y el desarrollo de competencias colaborativas. Esta experiencia evidencia el valor del uso pedagógico de entornos de simulación para la enseñanza de contenidos complejos, articulando teoría, práctica y tecnología en un modelo de bimodalidad inteligente.

INTRODUCCIÓN

En el contexto del crecimiento sostenido de herramientas digitales aplicadas a la formación universitaria, se vuelve necesario repensar las estrategias pedagógicas que acompañan el proceso de enseñanza-aprendizaje, particularmente en carreras de ingeniería. A nivel internacional, el modelo de formación por competencias ha cobrado protagonismo como horizonte formativo, promoviendo no sólo la adquisición de conocimientos técnicos, sino también el desarrollo de habilidades, actitudes y valores que permitan el desempeño profesional eficaz en contextos complejos. En Argentina, este enfoque ha sido impulsado por el Consejo Federal de Decanos de Ingeniería (CONFEDI), a través del desarrollo de documentos como el Libro Rojo [1] y sucesivas publicaciones que definen competencias genéricas y específicas para cada carrera, entendidas como “la capacidad de articular eficazmente un conjunto de esquemas (estructuras mentales) y valores, permitiendo movilizar (poner a disposición) distintos saberes, en un determinado contexto con el fin de resolver situaciones profesionales” [2].

En este marco, la asignatura Ingeniería de las Reacciones Químicas del cuarto nivel de la carrera de Ingeniería Química en la Facultad Regional Resistencia (FRRe) de la Universidad Tecnológica Nacional (UTN) ha incorporado herramientas de simulación como estrategia pedagógica orientada al desarrollo de competencias específicas. El uso del software UNISIM, aplicado al diseño de reactores químicos, permitió recrear escenarios operativos reales, promoviendo habilidades como el análisis técnico, la toma de decisiones, la interpretación de datos y la modelización de procesos químicos complejos. Tal como plantea Mastache [3], la educación basada en competencias requiere poner el foco en las actividades del estudiante más que en la transmisión de contenidos, generando entornos donde los saberes puedan ser aplicados en situaciones dadas. Dicha estrategia, se enmarca en una modalidad de enseñanza bimodal que articula el trabajo autónomo digital con encuentros presenciales de acompañamiento y evaluación, promoviendo habilidades vinculadas al análisis técnico, la toma de decisiones y la modelización de procesos químicos complejos.

OBJETIVOS

- Desarrollar competencias tecnológicas relacionadas con el diseño de reactores modelando casos reales a partir de modelos simplificados
- Aplicar herramientas de simulación en ingeniería con el propósito de fortalecer la capacidad de generar, evaluar y comparar múltiples alternativas de diseño, optimizando la selección y operación de reactores.
- Reflexionar sobre la práctica docente, promoviendo el análisis crítico de las estrategias de enseñanza y aprendizaje vinculadas al uso de herramientas de simulación en ingeniería química.

MATERIALES Y MÉTODOS

La propuesta de trabajo consistió en el estudio de la producción de anhídrido acético a partir del craqueo de acetona, una reacción endotérmica en fase gaseosa modelada mediante cinética de primer orden. Los estudiantes, organizados en grupos, trabajan con el simulador UNISIM configurando distintos escenarios reactivos: reactores CSTR y PFR operando en condiciones isotérmicas, adiabáticas y en serie. Para cada configuración deben analizar los balances de masa y energía, la definición de paquetes de fluidos adecuados, determinar las conversiones alcanzadas y evaluar comparativamente el comportamiento de los reactores bajo distintas condiciones operativas. En base a la propuesta deben desarrollar los informes técnicos con fundamentación teórica, hipótesis de modelado, tablas de resultados y capturas del diagrama de flujo del proceso, lo que permite articular saberes disciplinares con competencias en el uso crítico de tecnologías.

La evaluación se realiza mediante una rúbrica (Figura 1) diseñada para determinar el nivel de competencia alcanzado (experto, competente o insuficiente). Esta herramienta contempla tanto los aspectos formales del trabajo como la descripción del proceso y el diagrama de bloques, el análisis de los resultados de la simulación y la formulación de conclusiones. Asimismo, se evalúa la presentación por parte del estudiantado de una propuesta de operación optimizada, la cual debía estar descrita detalladamente y fundamentada con resultados y análisis precisos.

Criterios de evaluación		Porcentaje
Aspectos formales 10%	Cumplimiento de los Requisitos Formales	10%
Contenido 40%	Descripción del proceso y diagrama de bloques.	10%
	Identificación de corrientes y balances de moles/energía.	5%
	Definición de modelos y paquetes de simulación.	5%
	Resultados de simulación en UNISIM.	20%
Análisis y Propuesta 50%	Análisis y Conclusiones	30%
	Propuesta de Operación Optimizada	20%

Figura 1. Criterios de evaluación de la rúbrica y porcentajes de ponderación asignados

RESULTADOS o DISCUSIÓN

El abordaje combinó instancias presenciales con trabajo asincrónico mediado por TIC, permitiendo la construcción de informes técnicos grupales con fundamentación teórica, hipótesis de modelado, capturas del diagrama de flujo del proceso, cálculos de conversión y cuadros comparativos. Esta dinámica posibilitó a los estudiantes aplicar lógica procedimental en entornos digitales complejos, fortaleciendo la toma de decisiones técnicas con criterio profesional. La Figura 2 muestra un ejemplo elaborado a partir de los resultados del informe de un equipo de trabajo.

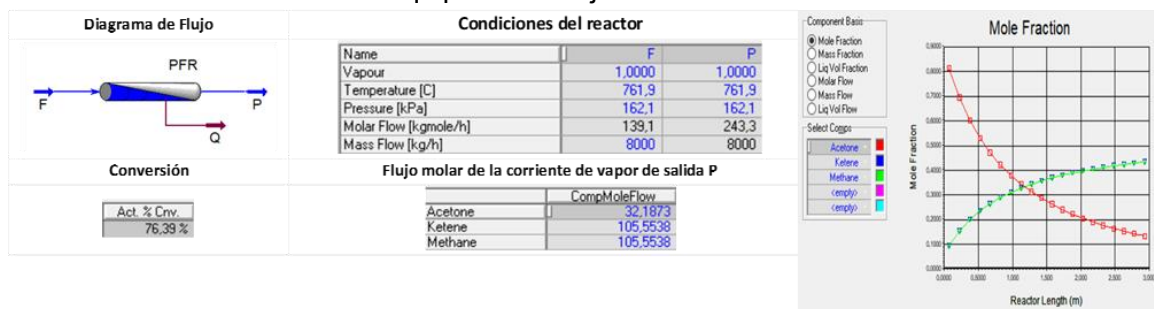


Figura 2. Ejemplo de contenido evaluado en relación con las actividades realizadas: descripción de un proceso de PFR isotérmico, basado en los resultados del informe de un equipo de trabajo.

Durante el desarrollo de las clases, el equipo docente acompañó activamente el proceso de apropiación de la herramienta de simulación. Se brindaron espacios explicativos sobre la interfaz de UNISIM, se resolvieron en conjunto las primeras actividades propuestas, y se orientó la definición de condiciones operativas, parámetros cinéticos y configuraciones de equipos dentro del entorno digital. Esta guía inicial favoreció la autonomía progresiva del estudiantado en el uso del simulador, generando confianza para la exploración de alternativas de modelado para realizar una propuesta de operación.

En el informe final, cada equipo de trabajo propuso una configuración optimizada del reactor, integrando análisis de sensibilidad sobre variables claves. Los resultados evidenciaron una mejora en la apropiación de saberes disciplinares, en el manejo de herramientas tecnológicas aplicadas y en la capacidad de evaluación crítica de alternativas de diseño, consolidando aprendizajes en un entorno genuinamente bimodal. La evaluación realizada mediante la rúbrica que consideró aspectos formales, técnicos y de análisis crítico arrojó los resultados que se observan en la Figura 3. Se observó que el 20% del estudiantado alcanzó un nivel de desempeño “*experto*”, el 60% un nivel “*competente*”, mientras que un equipo de trabajo (representando al 20% restante) no cumplió inicialmente con los criterios mínimos establecidos para la aprobación del informe, alcanzando dicho requisito en la instancia de recuperación.

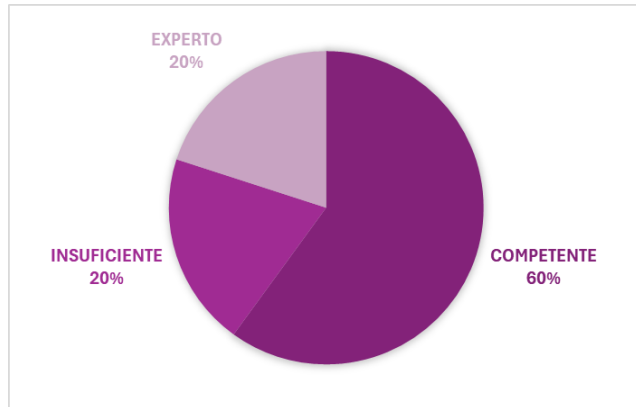


Figura 3. Niveles de desempeño obtenidos por el estudiantado para la actividad.

Como reflexión docente, se considera necesario incorporar un nivel adicional de evaluación que contemple desempeños intermedios dentro de la categoría “*competente*”, a fin de diferenciar con mayor precisión los distintos grados de logro alcanzados. El equipo que no alcanzó el nivel “*competente*” no desarrolló la exploración de condiciones de operación y la propuesta de un sistema optimizado con su análisis, y presentó conclusiones sin un detalle ni justificación adecuados de la selección del reactor y sus condiciones de operación. Este resultado pone de manifiesto la importancia de una retroalimentación formativa [4], con el fin de guiar de manera más efectiva la integración de conocimientos y el desarrollo de conclusiones fundamentadas.

CONCLUSIONES

Los resultados demostraron un progreso significativo en la comprensión del comportamiento dinámico de reactores, el uso aplicado de TIC en ingeniería, y el desarrollo de competencias colaborativas. Esta experiencia evidencia el valor del uso pedagógico de entornos de simulación para la enseñanza de contenidos complejos, articulando teoría, práctica y tecnología en un modelo de bimodalidad inteligente.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] EL LIBRO ROJO DE CONFEDI (Consejo Federal de Decanos de Ingeniería de la República Argentina. Marco conceptual y definición de estándares de acreditación de las carreras de ingeniería (CONFEDI – 2017). https://confedi.org.ar/download/documentos_confedi/LIBRO-ROJO-DE-CONFEDI-Estandares-de-Segunda-Generacion-para-Ingenieria-2018-VFPublicada.pdf.
- [2] Documentos de CONFEDI. (2014) Competencias en Ingeniería. Universidad FASTA. https://confedi.org.ar/download/documentos_confedi/Cuadernillo-de-Competencias-del-CONFEDI.pdf
- [3] Mastache, A. (2007). Formar personas competentes: desarrollo de competencias tecnológicas y psicosociales. Buenos Aires: Noveduc. Capítulo 3.
- [4] Espinoza Freire, E. E. (2021). Importancia de la retroalimentación formativa en el proceso de enseñanza-aprendizaje. Revista Universidad y Sociedad, 13(4), 389-397.