

Simulación de cambios en la dinámica de un proceso químico para conseguir un reto de producción

M.C. Martí-Calatayud¹, C. Trull-Hernandis¹, R. Mompó-Curell¹, F. Sáez-Pardo¹, M.C. Vincent-Vela¹, A. Santafe-Moros¹, J.M. Gozálvarez-Zafrilla¹

¹Departamento de Ingeniería Química y Nuclear, Universitat Politècnica de València, Camí de Vera s/n, 46022, València, España
*mcmarti@iqn.upv.es



Objetivo

Conocimientos previos → Comportamiento estacionario de los procesos por asignaturas previas como:

- Cinética química
- Transferencia de materia
- Operaciones de separación

Simulación dinámica sin interferir en el proceso

Objetivo: → Alterar la dinámica de un proceso para conseguir un objetivo de producción

Evaluación de una práctica de aula calificable

- Por parejas
- 10 % de la nota final de la asignatura

Contexto

Simulación del comportamiento dinámico de procesos químicos de industrias del sector de las bebidas.

Al comienzo de la sesión se plantea un reto demandado por una empresa que está relacionado con un objetivo de producción. Los casos prácticos para el curso 2023-2024 se presentan en la Tabla 1.

Tabla 1. Retos de simulación planteados a los 4 grupos de prácticas.

Proceso	Reto de simulación	Estrategia
Fermentación de cerveza [1]	Reducción del tiempo de producción sin afectar a la calidad	Control de la temperatura de fermentación
Fermentación de cerveza	Producción de cerveza con un sabor "suave" disminuyendo la concentración de acetato de etilo	Dosificación fragmentada del sustrato para asegurar una fermentación lenta
Destilación de licores	Producción de un licor de 20° con y sin fallo del sistema calefactor del destilador	Determinación de tiempo necesario de destilación en cada caso
Destilación de licores	Producción de un licor de 40° mediante destilación	Control de tiempos de un proceso de destilación en dos etapas

Caso destilación:

El líquido resultante de la 1ª destilación, se puede someter a una segunda destilación

Tras resolver numéricamente las ecuaciones diferenciales que representan la variación de la concentración de líquido con el tiempo, el estudiantado debe resolver balances de materia y obtener la evolución del producto destilado. La solución se puede obtener de forma gráfica, por tanteo, o de forma exacta empleando un método numérico.

Caso fermentación:

Yeast converts sugar → Carbon dioxide → Alcohol

En este caso se proporcionan las expresiones cinéticas de las reacciones de crecimiento y muerte de la biomasa, de fermentación de azúcares (S1) en etanol (EtOH1), y de producción de compuestos minoritarios (DY1: diacetilo, y EA1: acetato de etilo) que son fundamentales en la calidad del producto final [1]. Se deben cumplir criterios para la concentración de distintas sustancias en función del reto de producción, tales como la transformación total de azúcares en etanol, o la disminución en la concentración de diacetilo para evitar un gusto desagradable en el producto.

Transformación de azúcares en alcohol

Formación de compuestos secundarios

Resultados

RA1 Resolver problemas complejos de simulación mediante aplicación de métodos numéricos para resolver sistemas de EDOs.

RA2 Interpretar las respuestas de los sistemas simulados y evaluar de manera crítica y constructivas las diferentes soluciones a un problema.

Los apartados de los retos de simulación están vinculados a los resultados de aprendizaje abordados. Se integra a su vez un apartado de texto libre vinculado al resultado de aprendizaje RA2, que se asocia con la competencia transversal 2, Innovación y creatividad, de la UPV.

Tabla 2. Rúbricas de evaluación basadas en los resultados de aprendizaje.

Resultado	Insuficiente	Suficiente	Notable	Sobresaliente
RA1	Errores importantes en la conceptualización	Se comete algún error en el planteamiento	Planteamiento adecuado sin representación	Planteamiento y representación adecuados
RA2	Deficiencias en la resolución planteada	Identificación de variables sin analizar el sistema	Planteamiento adecuado y análisis aproximado (gráficamente)	Planteamiento adecuado con análisis numérico

El grado de consecución de los resultados de aprendizaje es del 85,42% para el caso del RA1, registrándose un grado de logro del 76,29% en el caso del RA2.

Conclusiones

- Planteamiento de retos de simulación desarrollados para que el alumnado intervenga en la gestión de parámetros y estrategias de operación con el fin de conseguir un objetivo de producción
- Vinculación de los apartados de la resolución del reto y de la competencia transversal de acuerdo con los resultados de aprendizaje planteados.
- Creación de rúbricas de evaluación para estudiar el grado de logro de RA1 y RA2 conseguidos, alcanzando un 85,42% y un 76,29%, respectivamente.

Referencias

[1] H.A. Granada-Díaz, G. Salamanca-Grosso, Revista Colombiana de Investigaciones Agroindustriales 7 (2020) 9-21

