

1. Resumen de las ideas clave

La combinación de Matlab con herramientas de inteligencia artificial generativa, como ChatGPT, ofrece nuevas oportunidades para la enseñanza y el aprendizaje de la modelización, simulación y optimización de procesos químicos. Este artículo describe una actividad académica diseñada para el Máster Universitario en Ingeniería Química de la Universidad Politécnica de Valencia, donde los estudiantes utilizan estas tecnologías para resolver problemas complejos en un contexto práctico utilizando la herramienta informática de Matlab. Se analiza su implementación, objetivos educativos, valoración y reflexiones éticas.

2. Introducción

En el contexto de la Universidad actual, profundamente influenciada por los procesos de digitalización y la creciente globalización, la enseñanza y el aprendizaje están experimentando una transformación significativa. Este cambio paradigmático ha dado lugar a un modelo educativo centrado en el estudiante, que prioriza no solo su participación activa en el proceso de aprendizaje, sino también una experiencia académica más adaptada a sus necesidades, intereses y ritmos individuales. Así, se consolida un enfoque que integra métodos personalizados y colaborativos, promoviendo tanto el aprendizaje autónomo como el trabajo en equipo. Esta transición responde a las demandas de un mundo en constante cambio, donde la adaptabilidad y la actualización de conocimientos, a través del aprendizaje a lo largo de la vida, se convierten en imperativos esenciales. [1]

En este escenario de transformación educativa, la inteligencia artificial generativa (IAG) emerge como una herramienta con un potencial disruptivo y enriquecedor en diversos ámbitos universitarios. En el caso particular de las dinámicas de enseñanza y aprendizaje, la IA no solo tiene la capacidad de personalizar contenidos y métodos pedagógicos para ajustarlos a las necesidades específicas de cada estudiante, sino que también puede actuar como un catalizador para fomentar experiencias colaborativas significativas. Además, proporciona un amplio abanico de recursos que pueden potenciar el aprendizaje autodirigido, ofreciendo al estudiante la posibilidad de explorar, profundizar y construir conocimientos de manera autónoma y eficiente. [2]

Este impacto no se limita únicamente a la mejora de los procesos educativos, sino que también abre nuevas posibilidades para establecer una nueva relación entre docentes y estudiantes, fortaleciendo un modelo donde el papel del educador se redefine como guía y facilitador, mientras que el estudiante asume un rol más proactivo y participativo. De este modo, la integración de la inteligencia artificial en las universidades no solo responde a las demandas de la era digital, sino que también contribuye a crear un ecosistema académico más dinámico, inclusivo y adaptado a los retos del futuro.

MATLAB es un entorno de programación y un lenguaje de cálculo numérico desarrollado por MathWorks, diseñado específicamente para resolver problemas matemáticos, científicos e ingenieriles. En el caso particular de la Ingeniería Química, este programa es utilizado gracias a sus capacidades de cálculo avanzado, visualización gráfica y modelado matemático, lo que lo convierten en una herramienta versátil para resolver problemas complejos. MATLAB es

así una herramienta ideal para resolver ecuaciones diferenciales, álgebra lineal, optimización y sistemas no lineales, comunes en la ingeniería química. Además, permite simular procesos dinámicos y transitorios, como cinética de reacciones químicas, control de procesos industriales y dinámica de fluidos computacional. Una de las ventajas más importantes que presenta el programa es la optimización de parámetros de diseño, costes y eficiencia, además de una integración y tratamiento de un gran volumen de datos experimentales y ajuste a resultados empíricos.

La herramienta es utilizada por los estudiantes en el desarrollo de la asignatura de Modelización, Optimización y Simulación de Procesos Químicos del segundo semestre del primer curso del Máster Universitario en Ingeniería Química. La asignatura es de gran importancia dentro del plan de estudios, ya que proporciona a los estudiantes una formación avanzada en el análisis y simulación de procesos químicos complejos, habilidades esenciales para el futuro desempeño profesional de un ingeniero químico. La capacidad para modelizar procesos químicos, analizar su comportamiento y optimizar su diseño y operación es fundamental en muchas áreas de la ingeniería química, desde la producción de productos químicos de base o de química fina, hasta la producción de energía y la gestión de residuos.

3. Objetivos

La lectura de dicho artículo tiene como objetivos otorgar al lector los siguientes ítems:

- Proveer un modelo para integrar ChatGPT en prácticas de ingeniería química
- Capacitar a los estudiantes en la modelización, la simulación y optimización de procesos químicos mediante la IA generativa, para resolver problemas complejos de manera eficiente
- Uso de la IA generativa para generación de código, la interpretación de los resultados y la toma de decisiones para mejorar el diseño y operaciones de los procesos
- Reflexión sobre el uso ético de la IA en la docencia

4. Desarrollo

A continuación, se mostrará mediante un ejemplo práctico la implementación de ChatGPT como ayuda a la resolución de un problema de Ingeniería Química con Matlab.

Imaginemos que partimos del siguiente caso práctico: vamos a modelar un reactor CSTR para una reacción química de primer orden, en el que se desea determinar la concentración en estado estacionario del reactivo A.

Tabla 1. Condiciones de partida del problema a resolver con Matlab

Parámetro	Dato
Caudal de entrada (F)	10 L/h
Concentración de entrada de A (CA_0)	2 mol/L
Volumen del reactor (V)	50 L
Constante de velocidad (k)	0.1 h ⁻¹

Se pide modelar el sistema, implementar una solución numérica y realizar un análisis de sensibilidad.

Los alumnos tienen el siguiente código que se les entrega como enunciado:

% Datos iniciales

F = 10; % Caudal de entrada (L/h)

V = 50; % Volumen del reactor (L)

C_A0 = 2; % Concentración de entrada (mol/L)

k = 0.1; % Constante de velocidad (h⁻¹)

4.1. Plantear la ecuación diferencial del reactor CSTR.

Los alumnos son o deberían ser conocedores de las ecuaciones de diseño de los reactores químicos. Para el caso de un reactor CSTR, en el caso de no acordarse de la expresión, pueden consultar a ChatGPT, que dará la siguiente salida:

Plantear la ecuación diferencial del reactor CSTR: La ecuación diferencial que describe la concentración de A en un reactor CSTR es:

$$\frac{dC_A}{dt} = \frac{F}{V}(C_{A0} - C_A) - kC_A$$

Donde:

- F es el caudal volumétrico de entrada
- V es el volumen del reactor
- C_{A0} es la concentración de A en la corriente de entrada
- k es la constante de velocidad de la reacción
- C_A es la concentración de A en el reactor

Así, la propia herramienta de inteligencia artificial generativa proporciona la siguiente salida de código para MATLAB.

% Función para la ecuación diferencial

% dC_A/dt = (F/V)*(C_A0 - C_A) - k*C_A

dC_A = @(t, C_A) (F/V)*(C_A0 - C_A) - k*C_A;

% Condición inicial: Concentración de A en el reactor (C_A) en t=0

C_A_init = C_A0; % En t=0, C_A = C_A0 (concentración de entrada)

4.2. Resolución numérica de la ecuación diferencial.

Durante el programa de la asignatura, el alumnado conoce diferentes solucionadores de ecuaciones diferenciales con MATLAB. En caso de no recordarlo, puede preguntar a ChatGPT cómo hacerlo, el cual también les ayudará a visualizar los resultados.

% Resolución numérica de la ecuación diferencial

% Usamos el solver ODE45

```
[t, C_A] = ode45(dC_A, [0 50], C_A_init);
```

% Graficar los resultados

```
figure;
```

```
plot(t, C_A, '-o', 'LineWidth', 2);
```

```
xlabel('Tiempo (h)');
```

```
ylabel('Concentración de A (mol/L)');
```

```
title('Concentración de A en el Reactor CSTR');
```

```
grid on;
```

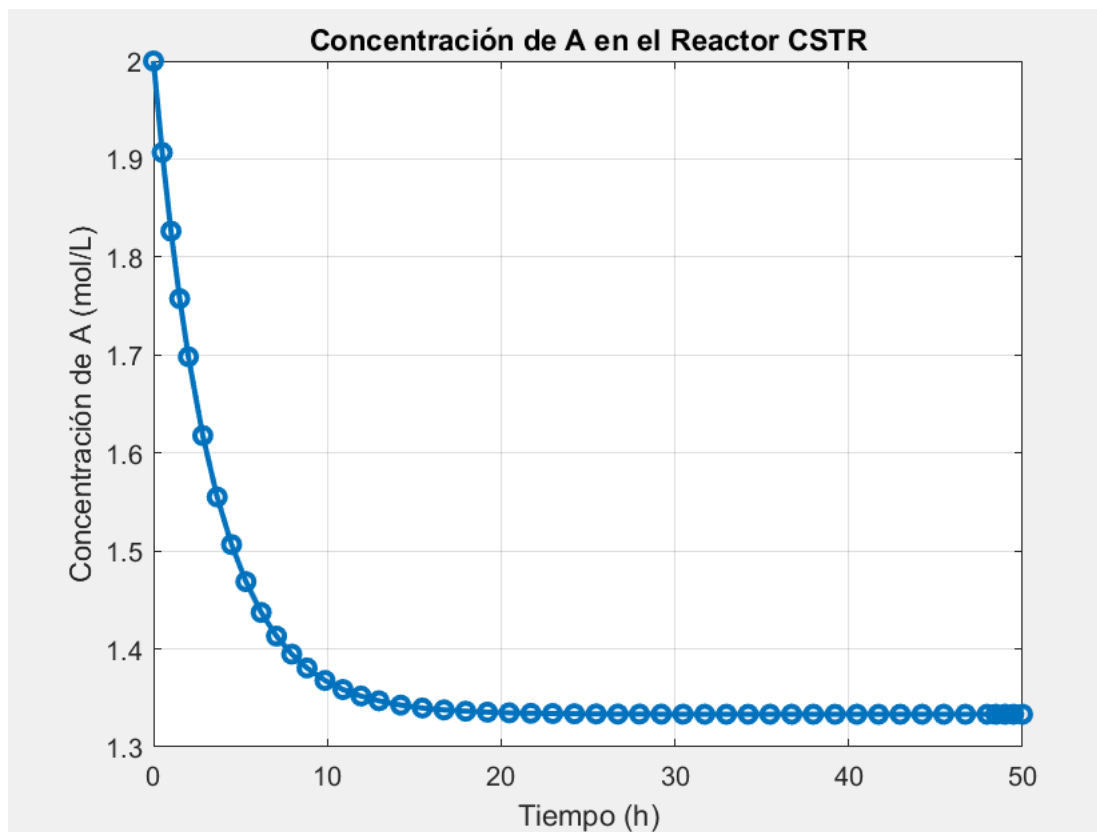


Figura 1. Representación de la concentración de A en función del tiempo a la salida del reactor

4.3. Análisis de la sensibilidad

En el análisis de la sensibilidad, los estudiantes cambiarán el valor del caudal de entrada (F) y observarán como afecta a la concentración de A en la salida del reactor. También pueden modificar el código para realizar más variaciones, como en otros parámetros tales como la constante cinética (k) o la concentración inicial del reactor (CA_0)

% Análisis de Sensibilidad

% Variamos el caudal de entrada F y vemos el efecto en C_A

```
F_values = [5, 10, 20]; % Diferentes valores de F
```

```
figure;
```

```
hold on;
```

```

for i = 1:length(F_values)
    % Función de la ecuación diferencial con diferente F
    dC_A = @(t, C_A) (F_values(i)/V)*(C_A0 - C_A) - k*C_A;
    [t, C_A] = ode45(dC_A, [0 50], C_A_init);
    plot(t, C_A, 'DisplayName', ['F = ' num2str(F_values(i)) ' L/h']);
end
xlabel('Tiempo (h)');
ylabel('Concentración de A (mol/L)');
title('Análisis de Sensibilidad del CSTR con Diferentes Caudales');
legend;
grid on;

```

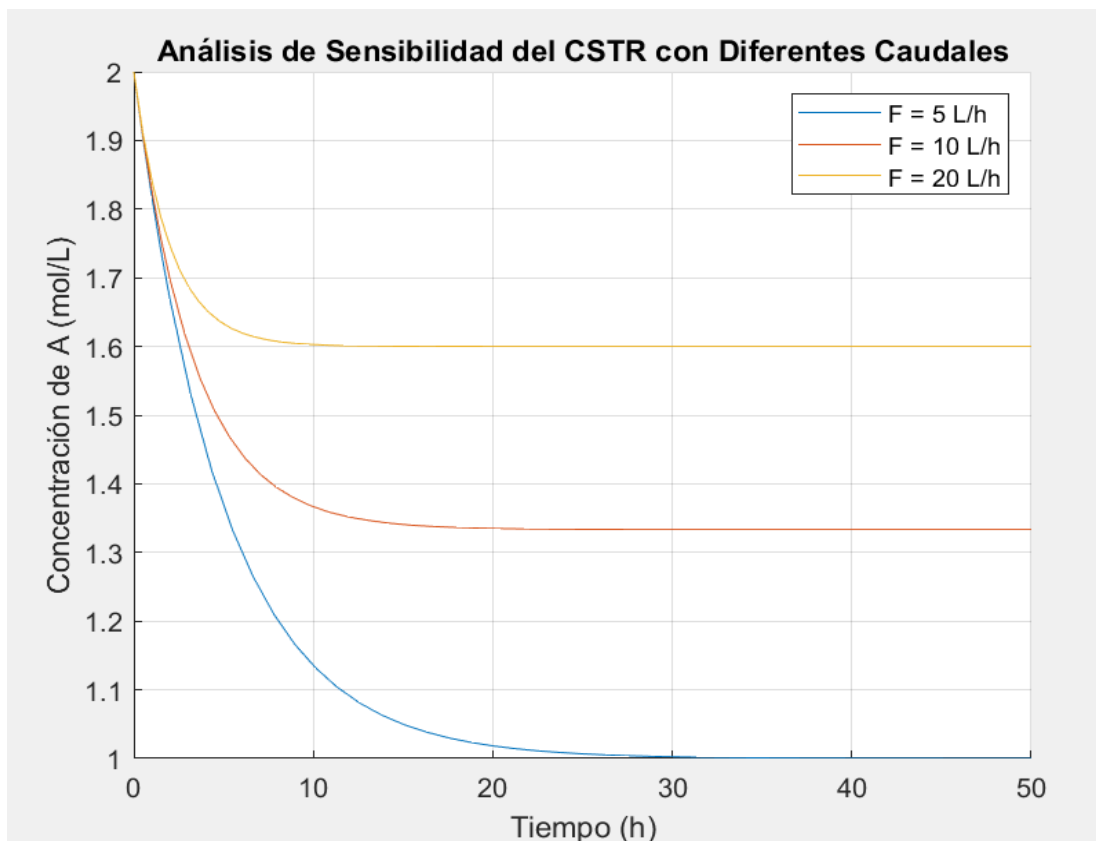


Figura 2. Representación de la concentración de A en función del tiempo a la salida del reactor variando los flujos de entrada al reactor

El uso de la IA generativa por parte del alumnado tiene bastantes implicaciones éticas, ya que se presupone que este debe adquirir nuevos conocimientos y ponerlos en práctica. Es importante que los estudiantes entiendan que la IA no siempre va a dar las soluciones óptimas o sin errores. Una inteligencia artificial se puede equivocar, por ejemplo, a la hora de generar una ecuación sin sentido o indicar condiciones de contorno que no pueden darse en un problema ingenieril. Por eso, el estudiante debe de entender de forma crítica el proceso e identificar cuando algo no se ha hecho bien.

El alumnado además debe entender qué tipo de información se pide y nos puede dar una IA generativa. No deberían de proporcionar datos empíricos que vengan de forma confidencial,

como una empresa, y, por otro lado, deben entender que, si pedimos que se generen datos, estos no tienen por qué ser correctos y debemos de analizarlos.

5. Conclusiones

En este artículo hemos podido observar cómo las inteligencias artificiales generativas, como ChatGPT, pueden ser una herramienta poderosa en el ámbito de la ingeniería química, especialmente en el contexto de la modelización y optimización de procesos. El uso de estas herramientas permite a los estudiantes agilizar su trabajo, generar código, corregir errores y obtener sugerencias, lo cual facilita la resolución de problemas complejos, como el modelado de un reactor CSTR.

Es importante destacar que las IA generativas están al alcance de los estudiantes, y su presencia en el mundo profesional y académico es cada vez más notoria. Por lo tanto, es fundamental enseñarles a utilizarlas de manera efectiva, crítica y ética. Aunque estas herramientas pueden ser de gran ayuda, los estudiantes deben ser conscientes de que no son infalibles. Es necesario desarrollar una actitud crítica frente a los resultados que generan, ya que las IA pueden cometer errores o proporcionar soluciones que no sean óptimas. La capacidad para cuestionar y verificar la información generada por estas tecnologías es esencial.

Asimismo, debemos reconocer que el uso de IA generativa será una habilidad crucial para los ingenieros del futuro. Las herramientas como ChatGPT pueden facilitar tareas cotidianas, pero el profesional del futuro debe ser capaz de integrar su uso en un proceso de toma de decisiones informado, donde se valore tanto la ayuda tecnológica como el análisis humano. Por lo tanto, la introducción de las inteligencias artificiales generativas no solo sirve para familiarizar a los estudiantes con el uso de estas, sino también para fomentar una reflexión crítica sobre su aplicabilidad y sus limitaciones en la ingeniería química.

Para finalizar, la idea con la que debe de quedarse profesorado y alumnado es que las IA generativas son una herramienta que los estudiantes deben aprender a utilizar correctamente, aprovechando sus capacidades mientras mantienen un enfoque crítico, ético y responsable, ya que formarán parte integral de su formación profesional y laboral en el futuro.

6. Bibliografía

- [1] F. Cruz, I. García, J.A. Martínez, A. Ruiz, P. Ruiz, A. Sánchez, C. Turró. (2024) La inteligencia artificial generativa en la docencia universitaria: Oportunidades, desafíos y recomendaciones.
- [2] E. Sabzalieva, A. Valentini. (2023) ChatGPT and artificial intelligence in higher education: quick start guide. UNESCO report