

Apuntes de Didáctica de las Ciencias

Reflexiones sobre el uso de la IA en la enseñanza y el aprendizaje de las ciencias · Gabriel Pinto Cañón

El desarrollo de la inteligencia artificial (IA) —término introducido a mediados del pasado siglo— en los últimos años ha sido espectacular, haciendo que ya forme parte de la realidad cotidiana. Tras una breve reseña introductoria, basada en la amplia bibliografía existente sobre su uso en educación, se recoge un análisis DAFO (debilidades, amenazas, fortalezas y debilidades) sobre su aplicación en el proceso de enseñanza-aprendizaje de la química en las diversas etapas educativas. Como es bien sabido, el desarrollo en las últimas décadas de los datos masivos (*big data*), computación en la nube (*cloud computing*), redes neuronales artificiales (*artificial neural networks*) y el aprendizaje automático (*machine learning*), ha permitido la creación de sistemas que pueden simular la inteligencia humana.¹ Estos sistemas, que se denominan en conjunto como IA (o AI por sus siglas en inglés), han supuesto importantes cambios en gestión de la información, administración y el propio día a día de la ciudadanía. Además, los avances de las aplicaciones son tan rápidos y tan curiosos que resultan abrumadores. Desde los inicios de la IA se han considerado sugerentes aplicaciones en el campo educativo, así como una serie de riesgos. Al respecto, se sugieren algunos trabajos, en los que se ponen de manifiesto algunas de estas cuestiones, y se ofrece amplia bibliografía al respecto.^{1,6} Los campos de la enseñanza de las ciencias en general, y de la química en particular, no han sido ajenos. A modo de ejemplo, desde el año 2023 se ha publicado un buen número de trabajos en el *Journal of Chemical Education* sobre propuestas del empleo de IA en la educación de la química para aspectos como: laboratorios, actividades en el aula, preparación de materiales educativos, resolución de problemas en clase, ayuda para la redacción de informes de laboratorio, entornos de evaluación, razonamiento sobre mecanismos de reacción, y aspectos éticos.⁶ Hay trabajos en los que se señalan tanto las oportunidades como las limitaciones de la utilización de la IA para el aprendizaje de la química,⁷ y otros en los que se recoge una revisión bibliográfica de lo publicado hasta la fecha.⁸

Por otra parte, el análisis DAFO (SWOT, por sus siglas en inglés) empleado en el análisis que aborda este artículo es una herramienta de gestión que facilita el proceso de planeación estratégica, proporcionando la información necesaria para la implementación de acciones y medidas correctivas, y para el desarrollo de proyectos de mejora.^{9,10}

DAFO del uso de la IA en la enseñanza-aprendizaje de la química

A continuación, se presenta un análisis DAFO esquemático del uso de la IA en el proceso de enseñanza-aprendizaje de la química en las diferentes etapas educativas. Está elaborado desde una perspectiva pedagógica, tecnológica y disciplinar.

Fortalezas (internas, positivas)

- Personalización del aprendizaje. La IA permite adaptar explicaciones, ejemplos y ejercicios al nivel del estudiante, ajustando la complejidad conceptual (p. ej., modelos de partículas en E. Primaria, estequiometría en ESO u orbitales en Bachillerato).
- Acceso a simulaciones y visualizaciones avanzadas (modelos moleculares interactivos, simuladores de reacciones, animaciones de procesos microscópicos), de especial interés para abordar conceptos abstractos sobre enlace, cinética, equilibrio o termodinámica.
- Retroalimentación inmediata. Los estudiantes pueden saber en tiempo real si sus cálculos, fórmulas o razonamientos son correctos y recibir pistas sin tener que esperar al profesor.
- Acompañamiento fuera del aula. La IA puede servir como tutor “24/7” que refuerza, practica y explica, siendo especialmente útil en cursos con contenidos especialmente densos.
- Apoyo al profesorado contribuyendo a la automatización de tareas repetitivas (corrección, generación de ejercicios, rúbricas...), liberando tiempo para la planificación didáctica y el acompañamiento del alumnado.
- Inclusión educativa, al facilitar la adaptación para estudiantes con necesidades educativas especiales (adaptaciones curriculares y metodológicas, simplificación del lenguaje, refuerzo visual, instrucciones escalonadas...).

Debilidades (internas, negativas)

- Dependencia excesiva de los estudiantes, con el riesgo de que la IA haga los ejercicios por ellos, dificultando la adquisición real de habilidades de cálculo, razonamiento químico y trabajo de laboratorio.
- Limitaciones en la comprensión del contexto de laboratorio. Aunque puede explicar procedimientos, la IA no sustituye la manipulación real ni la comprensión sensorial y experimental.
- Errores o respuestas no verificadas. Algunas herramientas de IA pueden generar explicaciones incorrectas o simplificar en exceso conceptos químicos complejos.
- Necesidad de formación docente. Sin capacitación adecuada, muchos profesores pueden no integrar medios de IA de manera efectiva o segura.
- Sesgos y falta de contextualización. La IA puede no entender completamente el currículo local ni las necesidades específicas del grupo/clase.

Oportunidades (externas, positivas)

- Mejora de la motivación y el interés. La IA permite experiencias inmersivas y gamificadas que aumentan la curiosidad, lo cual es especialmente importante en edades tempranas.

- Laboratorios virtuales seguros y económicos. En centros con pocos recursos, la IA y la simulación ofrecen prácticas virtuales de reacciones peligrosas o costosas.
- Aprendizaje interdisciplinar, permitiendo la conexión de la química con la física, biología, informática y matemáticas mediante proyectos STEAM apoyados por IA.
- Detección temprana de dificultades de aprendizaje. Sistemas analíticos pueden identificar patrones en errores y sugerir intervenciones personalizadas.
- Impulso a las competencias digitales y científicas. Preparación del alumnado para entornos profesionales donde la IA ya es habitual (modelización molecular, análisis espectroscópico, industria química, etc).
- Acceso equitativo a recursos educativos avanzados. Estudiantes de zonas rurales o centros con menos equipamiento pueden acceder a contenidos y visualizaciones de alta calidad.

Amenazas (externas, negativas)

- Brecha digital y desigualdad. No todos los centros o familias tienen la tecnología necesaria para el empleo de la IA.
- Sustitución parcial del rol docente. Riesgo de que administraciones o instituciones quieran sustituir la figura del profesor por sistemas automatizados.
- Falta de regulación y privacidad. El uso de IA implica manejo de datos que requieren protección y marcos normativos claros.
- Superficialidad del aprendizaje. La facilidad de obtener respuestas puede llevar a un enfoque memorístico o dependiente, sin análisis ni pensamiento crítico.
- Comercialización del proceso educativo. Soluciones de IA controladas por grandes empresas pueden condicionar métodos, materiales y currículos.
- Desactualización rápida de contenidos. La tecnología avanza más rápido que las guías pedagógicas y los libros de texto, generando una tensión constante en el profesorado.

Según lo anterior, se puede extraer la conclusión de que el empleo de la IA en la enseñanza de la química presenta alto potencial pedagógico, especialmente para visualizar lo invisible, personalizar el aprendizaje y facilitar la comprensión de conceptos abstractos, pero requiere un uso crítico, ético y guiado por docentes. Su éxito depende de la formación del profesorado, la integración curricular y la garantía de equidad.

Algunas recomendaciones para docentes

Amable lector, ahora, te comunico lo que quizá pueda, o no, resultarte una sorpresa: el contenido del apartado anterior lo ha generado (con leves correcciones léxicas y terminológicas del autor del artículo y del editor del boletín), la herramienta de IA ChatGPT (versión gratuita), entre febrero y junio de 2026, respondiendo a esta pregunta: *«¿me podrías comentar cuáles son, a tu juicio, las debilidades, amenazas, fortalezas y oportunidades del empleo de la Inteligencia artificial para el proceso de enseñanza-aprendizaje de la química en las distintas etapas educativas?»*. Al final de su respuesta, ChatGPT indicaba: *“Si quieres, puedo desarrollar: un cuadro DAFO resumido, ejemplos prácticos por etapa educativa, recomendaciones para docentes, o propuestas de actividades usando IA”*.

En cuanto a las recomendaciones para docentes de química, ChatGPT sugirió lo siguiente:

- 1. Integrar la IA como complemento, no sustituto.** Utilizarla para apoyar la explicación, no para reemplazar la interacción profesor-estudiante. Combinar IA con experimentación real siempre que sea posible.
- 2. Enseñar pensamiento crítico sobre la IA.** Explicar a los estudiantes cómo verificar respuestas químicas generadas por IA (ajustar ecuaciones, comprobar cálculos, contrastar modelos). Fomentar que revisen recursos adicionales.
- 3. Empezar con herramientas sencillas y de alto impacto.** Ejemplos: Simuladores moleculares (MolView, PhET). Asistentes de resolución de problemas. Generadores de ejercicios o cuestionarios.
- 4. Diseñar actividades donde la IA ayude, pero no haga el trabajo.** Ideas: “Explica y corrige”: el estudiante pide una respuesta a la IA, la analiza y corrige. “Doble solución”: resolver un problema y compararlo con el resultado de la IA. “IA como laboratorio preliminar”: simular una reacción y luego reproducirla en el laboratorio real.
- 5. Supervisar y guiar el uso.** Establecer reglas claras sobre cuándo es adecuado usar IA (por ejemplo, no para tareas evaluables sin supervisión). Promover el uso responsable y ético de la tecnología.
- 6. Usar la IA para diferenciación y diversificación.** Para alumnos con dificultades: simplificaciones, explicaciones paso a paso, apoyos visuales. Para alumnado avanzado: retos, ampliaciones, problemas complejos.
- 7. Explorar la IA para optimizar la docencia.** Crear rúbricas, secuencias didácticas, bancos de ejercicios. Transformar textos a distinto nivel cognitivo (Bloom), generar analogías o materiales personalizados.
- 8. Revisar la privacidad y seguridad.**

Usar herramientas institucionales o con garantías de protección de datos. Comprobar las políticas de uso de cada aplicación.

- 9. Mantener formación continua.** Asistir a cursos, talleres o formaciones sobre IA educativa y química. Compartir experiencias con otros docentes para aprender buenas prácticas.

Una vez más, la herramienta propuso, al final, otra sugerencia: *“Si quieres, también puedo preparar: un plan de integración de IA para un curso de química, ejemplos de actividades listas para usar, una rúbrica para evaluar el uso de la IA por parte del alumnado, o incluso una presentación sobre el DAFO para exponer en un claustro o conferencia. ¿Quieres alguno de estos materiales?”*. El

autor de este trabajo decidió no profundizar más en el diálogo, pero sí pidió “una figura que recoja todo lo aportado en esta interesante conversación”. La imagen generada se muestra en la Figura 1.



Figura 1. Resumen gráfico del análisis DAFO realizado. Fuente: Aplicación ChatGPT bajo las indicaciones del autor.

Resumen y conclusiones

Se ha presentado un ejemplo de utilización de la herramienta de IA ChatGPT (versión gratuita) que demuestran cómo puede ser de utilidad para facilitar —especialmente por optimización del tiempo y amplitud de datos a analizar— la discusión de temas didácticos. Se destaca que la propia IA sugiere que su uso conlleva debilidades y amenazas lo que indica que está sujeta a cierta autocritica. No obstante, se recomienda supervisar con cuidado sus resultados: en ocasiones concluye con auténticos disparates o aporta información “inventada”. Por ahora, parece desenvolverse con mayor facilidad en la consecución de objetivos de aprendizaje de bajo orden que los de alto orden, según la taxonomía de Bloom. Por ello, resulta imprescindible un análisis detallado y una lectura crítica de sus aportaciones. Como cualquier otra herramienta educativa, la IA tiene sus ventajas e inconvenientes —como se ha recogido en este trabajo—; su efectividad dependerá el uso concreto que hagan de ella tanto el profesorado como el alumnado. Sucedió hace siglos con el libro —cuando la invención de la imprenta facilitó su difusión—; después con la radio y la televisión; y, más recientemente, con el ordenador e internet. En sus inicios, todas estas herramientas fueron percibidas como una amenaza al sistema educativo imperante; con el tiempo, se han valorado como facilitadores esenciales del proceso de enseñanza-aprendizaje, siempre que se empleen con una orientación pedagógica adecuada. Y en ello, la labor de los docentes es, y seguirá siendo, esencial.

Bibliografía

1. Zhai, X., *et al.* (2021). A Review of AI in education from 2010 to 2020. *Complexity*, 2021(1), p. 8812542.
2. Tahiru, F. (2021). AI in education: A systematic literature review. *Journal of Cases on Information Tech.*, 23(1), pp. 1-20.
3. Nguyen, N. D. (2023). Exploring the role of AI in education. *London Journal of Social Sciences*, 6, pp. 84-95.
4. Selwyn, N. (2024). On the limits of AI in education. *Nordisk tidsskrift for pedagogikk og kritikk*, 10(1), pp. 3-14.
5. Selwyn, N. (2022). The future of AI and education: Some cautionary notes. *European Journal of Ed.*, 57(4), pp. 620-631.
6. Yuriev, E.; Wink, D. J.; Holme, T. A. (2024). The dawn of generative artificial intelligence in chemistry education. *Journal of Chemical Education*, 101(8), pp. 2957-2959.
7. Iyamuremye, A., *et al.* (2024). Utilization of artificial intelligence and machine learning in chemistry education: a critical review. *Discover Education*, 3(1), p. 95.
8. Erümit, A. K.; Saralioğlu, R. O. (2025). Artificial intelligence in science and chemistry education: a systematic review. *Discover Education*, 4(1), 178.
9. Díaz Olvera, A. P.; Matamoros Hernández, I. B. (2011). El análisis DAFO y los objetivos estratégicos. *Contribuciones a la Economía*, 9(1), p. 36.
10. Sammut-Bonnici, T.; Galea, D. (2015). SWOT analysis. *Wiley Encyclopedia of management*, 12(1), pp.1-8.

Gabriel Pinto Cañón
E.T.S. de Ingenieros Industriales
Universidad Politécnica de Madrid
gabriel.pinto@upm.es