

Integración del Aprendizaje Basado en Retos, el Modelado Molecular 3D y la Evaluación Formativa Digital en la Docencia de Química Orgánica

Jesús F. Arteaga*, José A. González-Delgado, Jialei Chen-Wu, Francisco G. Blandón-Cumbreras
 Departamento de Química, Universidad de Huelva, 21071 Huelva, España
 *jesus.fernandez@diq.uhu.es

Resumen:

La enseñanza de la Química Orgánica continúa siendo un desafío para el alumnado universitario debido a la elevada abstracción conceptual, la complejidad de los mecanismos de reacción y la tendencia a emplear enfoques memorísticos.

Con el objetivo de mejorar la comprensión conceptual y promover un aprendizaje activo, se desarrolló durante el curso 2024/2025 un proyecto de innovación docente basado en la integración del aprendizaje basado en retos (ABR), el modelado molecular 3D y una evaluación formativa digital (*retroalimentación continua apoyada en herramientas digitales que permite mejorar el aprendizaje mientras ocurre*) en las asignaturas Química Orgánica, Determinación Estructural de Compuestos Orgánicos y Química Orgánica II del Grado en Química de la Universidad de Huelva.

Contextualización

Las metodologías tradicionales, basadas en clases magistrales y resolución de problemas en la pizarra, resultan insuficientes para promover un aprendizaje profundo y significativo. La evidencia pedagógica reciente señala que la incorporación de metodologías activas, tecnologías digitales y estrategias de evaluación formativa mejora la comprensión conceptual y la motivación del alumnado

Este proyecto de innovación docente se desarrolló durante el curso académico 2024/2025 en varias asignaturas específicas de la Química Orgánica del Grado en Química. Participaron 112 estudiantes y un equipo docente formado por tres profesores del área de Química Orgánica.

Propuesta: Implementación de un Proyecto de Innovación Docente con el propósito de transformar la experiencia de aprendizaje en Química Orgánica.

Fundamentos Pedagógicos

Aprendizaje Basado en Retos (ABR)

Basado en resolución colaborativa de problemas complejos. En QO permite:

- Conectar la teoría con aplicaciones reales (sint farmacéutica, catálisis).
- Promover el razonam. mecanístico.
- Fomentar el trabajo en equipo y la comunicación científica.

La literatura indica que el ABR mejora la retención del conocimiento y la capacidad de transferencia a nuevos contextos.

Laboratorios virtuales

Para preparación de prácticas. El estudiante practica antes de entrar al laboratorio real, reduciendo errores y aumentando la comprensión de los procedimientos experimentales.

- Fomenta autonomía: se puede repetir la práctica tantas veces como necesite.
- Optimiza tiempo real de laboratorio: Las sesiones presenciales se dedican a

Objetivos

- Mejorar el aprendizaje conceptual, procedimental y actitudinal en Química Orgánica mediante la integración de metodologías activas y recursos digitales.
- Fomentar el aprendizaje autónomo y colaborativo mediante retos semanales.
- Mejorar la preparación para las prácticas de laboratorio mediante simulaciones virtuales.

Referencias

- [1] S. Ruiz Cerrillo, Apertura, 12(1) (2020) 106.
 [2] A. Torres Vázquez, E. Sáez Montero, B. Moya Figueroa, y J. Navarro Navarrete, en Manual de Aprendizaje Basado en Retos (ABR), Vicerrectoría Académica, CeDID, Universidad Católica de Temuco (Ed.), Temuco, México, 2021.

Modelado molecular 3D

Comprensión de la estructura tridimensional es esencial para interpretar:

- Estereoquímica/Conformaciones.
- Reactividad y mecanismos.
- Interacciones no covalentes.

Permite a los estudiantes manipular moléculas, visualizar orbitales, y simular mecanismos, reduciendo la carga cognitiva asociada a abstracción.

Evaluación formativa digital

La evaluación formativa, cuando incorpora retroalimentación inmediata, favorece:

- La autorregulación del aprendizaje.
- Detección temprana de dificultades.
- La participación continua.

Se utilizaron plataformas digitales para cuestionarios interactivos, problemas mecanísticos y autoevaluaciones.

Diseño y desarrollo del proyecto

1. Participantes: 112 estudiantes y 3 docentes del área de Química Orgánica.
2. Fases del proyecto

Fase 1: Diagnóstico inicial	Fase 2: Intervención docente.	Fase 3: Evaluación final.
<ul style="list-style-type: none"> • Encuesta de conocimientos previos. • Evaluación de percepción sobre la asignatura. • Prueba inicial de mecanismos básicos. 	<ul style="list-style-type: none"> • Incluyó los cuatro pilares anteriores. 	<ul style="list-style-type: none"> • Encuesta post intervención. • Análisis comparativo de rendimiento. • Evaluación cualitativa mediante grupos referencia.

Resultados

Encuesta inicial (n = 112)	
Cuestión	% de acuerdo
“Me cuesta visualizar mecanismos de reacción”	78 %
“La asignatura me genera ansiedad”	62 %
“Uso herramientas digitales para estudiar”	41 %
“Comprendo la relación entre estructura y reactividad”	34 %
Encuesta final (n = 99)	
Cuestión	% de acuerdo
“Comprendo mejor los mecanismos gracias a los modelos 3D”	87 %
“Los retos semanales me ayudaron a aprender”	82 %
“Me siento más seguro/a en el laboratorio real”	74 %
“Me gustaría que esta metodología se mantuviera”	91 %
“La evaluación formativa me ayudó a detectar mis errores”	88 %

Comparación pre/post

- Comprensión de mecanismos: 66 % → 87 % (+21 puntos).
- Ansiedad percibida: 62 % → 34 % (-28 puntos).
- Uso de herramientas digitales: 41 % → 89 % (+48 puntos).
- Percepción de utilidad de las prácticas: 48 % → 79 % (+31 puntos).

Rendimiento académico

Indicador	2023/24	2024/25	Variación
Nota media Orgánica I	5.8	6.7	+0.9
Nota media Orgánica II	6.1	7.0	+0.9
Tasa de aprobados	68%	81%	+13%
Abandono de la asignatura	14 %	6 %	-8 %

Participación y desempeño

- Participación en retos: 92 %.
- Entrega de actividades digitales: 95 %.
- Asistencia a prácticas: 97 %.
- Incremento del 38 % en participación activa en clase.

Conclusión

Los resultados obtenidos muestran mejoras significativas en indicadores clave: la comprensión de mecanismos aumentó del 66% al 87%, el dominio en el uso de herramientas digitales pasó del 41% al 89%, y la ansiedad percibida disminuyó del 62% al 34%. Asimismo, el rendimiento académico mejoró (incremento de 0.9 puntos en la nota media y +13% en la tasa de aprobados), junto con una participación activa superior al 90% en las actividades propuestas. El alumnado valoró especialmente la visualización tridimensional, la utilidad práctica de los retos y la retroalimentación inmediata.

Este trabajo pretende contribuir a demostrar que la combinación de metodologías activas y recursos digitales favorece un aprendizaje más profundo, autónomo y motivador en asignaturas del área de Química Orgánica. Se proponen como líneas de mejora la ampliación de recursos digitales (objetivo disponer de laboratorios virtuales), la incorporación de rúbricas detalladas de valoración y el desarrollo de un módulo inicial de formación en software molecular.