

Transformando la Enseñanza del Muestreo en Química Analítica con IA Generativa y Herramientas Digitales

Bellido Milla, D.; **Granado Castro, M. D.**; Espada Bellido, E.; Milla González, M.

Departamento de Química Analítica, Facultad de Ciencias, Universidad de Cádiz, 11510-Puerto Real, Cádiz, España
(dolores.milla@uca.es)

Palabras clave: Innovación docente; Inteligencia Artificial Generativa; Archivos interactivos; Muestreo; aprendizaje significativo, evaluación formativa

La enseñanza del muestreo en la formación académica permite desarrollar en los estudiantes competencias como el pensamiento crítico, el juicio técnico y la toma de decisiones informadas. Además, fomenta la conciencia sobre la responsabilidad ética del analista, al subrayar la importancia de la representatividad, la trazabilidad y la transparencia en los procesos analíticos, fortaleciendo el compromiso del profesional con la verdad científica y el bienestar social. Los inconvenientes para llevar a cabo esta formación radican en el elevado número de alumnos, el tiempo y el coste de las salidas de campo para la toma de muestras reales. En esta propuesta se plantea el desarrollo de recursos metodológicos innovadores que permitan simular un escenario realista de toma y análisis de muestras, con el apoyo de herramientas como la inteligencia artificial (IA) generativa y archivos interactivos en formato Flash. El equipo docente ha diseñado una práctica de laboratorio que aúna, por un lado, la adquisición de las competencias necesarias para el diseño de una toma de muestras representativa y, por otro lado, la selección de los métodos de análisis adecuados para la determinación de los analitos en las muestras. Todos estos aspectos están estrechamente relacionados con los conceptos teóricos impartidos en la asignatura Química Analítica II del Grado en Química, proporcionando a los estudiantes la oportunidad de aplicar en la práctica de laboratorio conceptos que, con frecuencia, les resultan difíciles de asimilar, como se ha constatado a partir de los resultados académicos de cursos anteriores.

El equipo docente ha seleccionado una problemática analítica real sobre la contaminación de una laguna. Para proporcionar realismo a la problemática y con ayuda de la IA generativa, se ha diseñado un artículo de prensa titulado “*Alarma en la Laguna Aguazul: ¿Un paraíso natural o una bomba de relojería química?*” a partir del cual los estudiantes pueden contextualizar y extraer datos que serán fundamentales para abordar la problemática planteada.



A partir de la IA generativa, se han diseñado e implementado imágenes de una laguna de 100 hectáreas en un entorno agrícola, con entradas de agua, fauna y donde también pueden visualizarse diferentes cultivos y una actividad industrial. Estas imágenes permiten observar el lugar de muestreo desde distintas perspectivas. De este modo, los estudiantes pueden analizar visualmente el entorno propuesto y considerar todos los factores que pueden incidir en la selección estratégica de los puntos de muestreo.



Figura 2. Imágenes de la laguna Aguazul obtenidas mediante IA generativa.

En la siguiente etapa, los estudiantes elaboran un plan de muestreo que incluye información sobre las muestras, el tipo de instrumentos a utilizar, el volumen de muestra, los contenedores, el transporte, el etiquetado y cuándo, dónde y cómo recoger las muestras. También, a partir de las imágenes generadas por IA, deben decidir el tipo de muestreo y realizar un croquis con los puntos de muestreo. Los estudiantes disponen de archivos con fotografías de diferentes materiales, equipos de muestreo y contenedores, para que seleccionen el material más adecuado, tal y como se debe hacer en una toma de muestras real. En esta etapa, el profesorado realiza una evaluación formativa que favorece el aprendizaje significativo.

El equipo docente también ha desarrollado material interactivo en formato Flash para el análisis de las muestras que simulará todas las etapas del proceso analítico, desde la preparación hasta las mediciones instrumentales y los cálculos finales. La generación aleatoria de datos convierte esta herramienta en un simulador versátil, capaz de adaptarse a distintas situaciones de aprendizaje. Estos recursos digitales permiten a los estudiantes visualizar y comprender, de forma dinámica e interactiva, cada fase del método analítico. En la etapa final, los estudiantes recopilan la información de todas las muestras analizadas y deben valorar el grado de contaminación de la laguna comparando los resultados obtenidos con los valores establecidos por la legislación vigente. Posteriormente, los estudiantes preparan un informe técnico y se abrirá una sesión de debate con el resto de la clase. La finalidad del debate es establecer el estado medioambiental de la laguna. Esta modalidad de evaluación permite valorar las competencias de trabajo en equipo y propone un contexto más realista y profesional, alineado con las competencias propias del ejercicio de la química en el ámbito laboral.

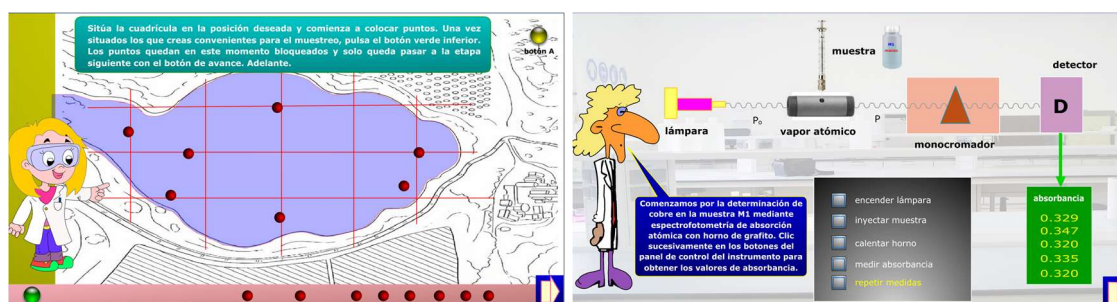


Figura 3. Imágenes de los archivos interactivos.

Al finalizar la sesión de prácticas, se realizó un cuestionario y el 89,6% de los estudiantes opinan estar de acuerdo o completamente de acuerdo en que esta metodología favorece la adquisición de competencias asociadas a la asignatura. Asimismo, el 94,6% de los estudiantes consideran que esta metodología les permite asimilar mejor los contenidos teóricos sobre el muestreo en Química Analítica. Para evaluar la adquisición de conocimientos, se implementó un diseño metodológico basado en cuestionarios *pre-test* y *post-test* aplicados a una muestra de 60 estudiantes. Los resultados muestran un incremento medio del 25 % en las calificaciones tras la realización de la práctica. Además, el 93,3 % del alumnado (56 de 60) mejoró su rendimiento, observándose un retroceso en la puntuación sólo en 4 casos (6,7 %). Esta propuesta contempla que los materiales desarrollados puedan consultarse en el repositorio RODIN de la Universidad de Cádiz.