

Anexo 2 INNOVA
MEMORIA FINAL. COMPROMISOS Y RESULTADOS
PROYECTOS DE INNOVACIÓN Y MEJORA DOCENTE
2025/2026

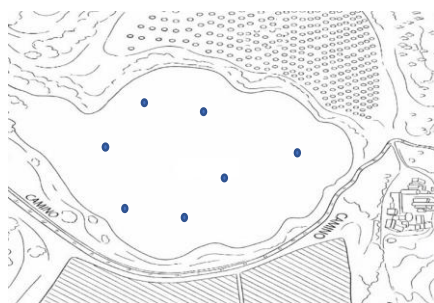
Identificación del proyecto	
Código	sol-202500299688-tra
Título	Simulación y Aplicación Práctica del Muestreo en Química Analítica mediante IA Generativa y Herramientas Digitales
Responsable	Dolores Bellido Milla

- Se recomienda:
 - Atender a los criterios de valoración de las memorias indicados en las bases de la convocatoria.
 - Incluir referencias bibliográficas y datos comparativos con proyectos previos, según casos, para reforzar la evaluación del impacto.
 - Incluir evidencias sobre las medidas de difusión desarrolladas.
- Otros aspectos que considerar:
 - La claridad, la coherencia y la justificación de los datos presentados serán clave en la valoración final.
 - La difusión de resultados debe priorizar la transparencia y accesibilidad a la comunidad universitaria.
 - Serán valoras como evidencias: registro de actividades, listados de participantes, programas de eventos, fotografías, documentos que acreditan la aceptación de una comunicación/ponencia o similar, informes, actas o resúmenes de las acciones realizadas, índices de impacto que respalden la cantidad de personas alcanzadas o el impacto de la difusión, etc.

1. **Describa los resultados obtenidos a la luz de los objetivos y compromisos que adquirió en la solicitud de su proyecto. Incluya tantas tablas como objetivos contempló.**

Objetivo nº 1	Diseño de una problemática analítica contextualizada mediante inteligencia artificial generativa.
Actividades que había previsto en la solicitud del proyecto:	A1. El equipo docente elaborará una problemática analítica centrada en la temática de la contaminación ambiental, la cual será diseñada con el apoyo de herramientas de inteligencia artificial generativa. Esta problemática deberá reflejar un caso simulado con un alto grado de realismo, para lo cual se definirán de manera exhaustiva todas las variables implicadas, así como los factores y los matices específicos que caracterizan el fenómeno ambiental objeto de estudio. La inteligencia artificial generativa será utilizada para producir representaciones visuales del escenario planteado, incorporando en dichas imágenes las distintas variables ambientales y sus interacciones, así como diversas perspectivas del entorno geográfico en el que se simulará la toma de muestras. Estas representaciones permitirán contextualizar adecuadamente el problema y facilitarán su

	comprensión integral por parte de los estudiantes. A2. A partir de este escenario simulado, los estudiantes deberán diseñar un plan de muestreo fundamentado en los contenidos teóricos impartidos previamente en la asignatura. Esta actividad tiene como finalidad promover la aplicación práctica del conocimiento adquirido en las clases teóricas, favoreciendo el desarrollo de competencias analíticas y metodológicas en un contexto cercano a la realidad.
Actividades realizadas y resultados obtenidos:    	A1. Diseño y contextualización de la problemática analítica mediante IA generativa En esta primera actuación se diseñó una problemática analítica centrada en la contaminación ambiental de una laguna, con el objetivo de plantear al alumnado una situación próxima a un escenario profesional real. En el ámbito de la Química Analítica la Inteligencia Artificial (IA) está transformando el panorama educativo, ofreciendo nuevas posibilidades y enriqueciendo la experiencia de aprendizaje [1]. Por ello, para dotar de mayor realismo a la problemática y favorecer la inmersión de los estudiantes en el caso planteado, se empleó inteligencia artificial (IA) generativa en la elaboración de un artículo de prensa para la revista ficticia El Heraldo de la Comarca, titulado “Alarma en la Laguna Aguazul: ¿Un paraíso natural o una bomba de relojería química?”. A partir de este recurso, los estudiantes tuvieron que contextualizar la problemática, identificar y extraer la información relevante y discriminarla de aquellos elementos meramente narrativos o accesorios. Esta estrategia permitió reproducir una situación similar a las que pueden encontrarse en contextos profesionales, en las que es necesario analizar información de diversa naturaleza, identificar los datos pertinentes y utilizarlos para fundamentar la toma de decisiones. De este modo, la actividad contribuyó al desarrollo del pensamiento crítico, la capacidad de análisis, la toma de decisiones y la actuación responsable ante problemáticas ambientales. De manera complementaria, mediante IA generativa se diseñó e implementó un catálogo de imágenes simuladas de la Laguna Aguazul y de su entorno, caracterizado por la presencia de un área agrícola, diferentes entradas de agua, fauna, diversos tipos de cultivos y una actividad industrial. Estas imágenes permitieron a los estudiantes realizar un análisis visual del entorno y complementar la información obtenida del artículo de prensa. La integración del artículo de prensa y del catálogo de imágenes proporcionó una visión más completa de la problemática planteada y permitió a los estudiantes identificar los distintos factores ambientales y antropogénicos implicados en la contaminación de la laguna. Asimismo, estos elementos sirvieron de base para realizar una selección justificada de los puntos de muestreo, aproximando la actividad a las condiciones y procedimientos propios de una



SELECCIÓN DEL MATERIAL DE MUESTREO



1] ¿Qué analitos vais a medir y por qué? Justificad vuestra elección basándoos en los posibles focos de emisión descritos.

2] ¿Qué tipo de muestreo de los estudiados en la teoría aplicarías (aleatorio, sistemático o dirigido/estratificado) y por qué?

3] ¿Dónde ubicarías los puntos de muestreo en la laguna? Indica el número exacto, su distribución espacial (Norte, Sur, Este, Oeste, Centro) y a qué profundidad tomarías la muestra, justificando cada decisión con el mapa y el texto.

situación real de toma de muestras.

[1] Luis A. Tortajada-Genaro. Inteligencia artificial para la generación de sinopsis en seminarios especializados. *Actualidad analítica* 92 (2025) 4-10. <https://doi.org/10.69856/AA.2025.133839>.

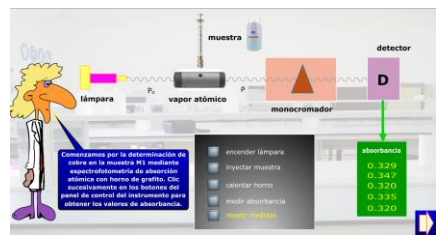
A2. Diseño del plan de muestreo

En la segunda etapa, y a partir de la información analizada en la fase anterior, los estudiantes elaboraron un plan de muestreo adaptado a la problemática planteada. En dicho plan se incluyeron aspectos fundamentales del proceso de toma de muestras, como la identificación y las características de las muestras, el tipo de instrumentos y equipos necesarios, el volumen de muestra requerido, los recipientes o contenedores adecuados, las condiciones de transporte y conservación, el etiquetado y la planificación de las operaciones de muestreo, especificando cuándo, dónde y cómo debían recogerse las muestras **[2]**. Asimismo, los estudiantes tuvieron que seleccionar el tipo de muestreo más adecuado, aplicando los conocimientos adquiridos previamente en las clases teóricas y justificando su elección en función de las características de la problemática. Como parte de esta actividad, elaboraron también un croquis de la laguna con la ubicación de los puntos de muestreo, teniendo en cuenta los diferentes factores identificados durante la fase de contextualización.

Con el propósito de aproximar la actividad a una situación profesional real, se proporcionó al alumnado un conjunto de archivos con fotografías de distintos materiales, equipos de muestreo y tipos de contenedores. A partir de estos recursos, debían seleccionar exclusivamente los materiales que resultasen necesarios y adecuados para llevar a cabo la toma de muestras propuesta. Esta actividad permitió trabajar no solo en el reconocimiento y la selección del material, sino también en la planificación eficiente de los recursos y en la toma de decisiones en un contexto práctico.

Finalmente, para valorar el grado de adquisición de los conocimientos y habilidades trabajados, los estudiantes realizaron dos cuestionarios de evaluación: uno centrado en la selección del material necesario para la toma de muestras y otro en la elaboración del plan de muestreo. Una vez completados los cuestionarios, el profesorado realizó una evaluación formativa conjunta con el grupo de la clase, en la que se revisaron las respuestas, se analizaron los principales errores y se debatieron las decisiones adoptadas. Esta última fase permitió ofrecer retroalimentación inmediata, favorecer la reflexión sobre el propio proceso de aprendizaje y consolidar los conocimientos adquiridos, lo que contribuyó a un aprendizaje significativo y contextualizado.

[2] Esbensen K. H., (2020), *Introduction to the Theory and Practice of Sampling*, IM Publications Open LLP. <https://doi.org/10.1255/TOSF.119>.

Objetivo nº 2	Integración de conocimientos y aplicación metodológica mediante el uso de herramientas digitales
Actividades que había previsto en la solicitud del proyecto:	A3. El equipo docente diseñará y elaborará archivos interactivos en formato Flash que simularán todas las etapas del proceso analítico, desde la preparación de las muestras hasta la determinación final de los analitos. Estos recursos digitales permitirán a los estudiantes visualizar y comprender, de forma dinámica e interactiva, cada fase del procedimiento analítico, facilitando así la consolidación del aprendizaje experimental en un entorno controlado y simulado. Esta actividad se orienta a que los estudiantes integren de manera efectiva las competencias técnicas adquiridas en las prácticas de laboratorio con el propósito de seleccionar el método analítico más adecuado para abordar la problemática ambiental previamente planteada.
Actividades realizadas y resultados obtenidos:   	A3. Diseño y desarrollo del material interactivo para el aprendizaje experimental y el tratamiento de datos Se diseñaron y elaboraron tres archivos interactivos en formato Flash, correspondientes a tres campañas de muestreo realizadas en los meses de marzo, julio y noviembre, con el objetivo de evaluar la evolución de la contaminación de la laguna a lo largo de un año. Estos recursos permitieron simular de forma integral todas las etapas del proceso analítico, desde la preparación y tratamiento de las muestras hasta las mediciones instrumentales y el cálculo de los resultados finales [3]. La generación aleatoria de datos convierte esta herramienta en un simulador versátil, capaz de reproducir distintas situaciones experimentales en cada ejecución. De este modo, los estudiantes pudieron visualizar y comprender, de manera dinámica e interactiva, las distintas fases del método analítico y familiarizarse con el procedimiento experimental y el tratamiento de los datos obtenidos [4]. En conjunto, los tres archivos interactivos incluyen más de 200 clips de película. Todo el material desarrollado está disponible en el repositorio RODIN de la Universidad de Cádiz. Para facilitar su uso, los estudiantes pueden acceder a los recursos mediante un emulador de Adobe Flash Player (Ruffle), de código abierto, desarrollado en el lenguaje de programación Rust. Una vez finalizadas las simulaciones, los estudiantes recopilaban en un archivo de Excel los resultados de las muestras analizadas de las tres campañas de muestreo. A partir de estos datos, realizaron un estudio estadístico descriptivo básico y calcularon, entre otros parámetros, los valores medios, la precisión de las determinaciones y los intervalos de confianza. Finalmente, el análisis conjunto de los resultados de las tres campañas permitió a los estudiantes evaluar el grado de contaminación de la laguna y analizar su evolución a lo largo del año. Para ello, compararon los valores experimentales

	obtenidos con los límites y valores de referencia establecidos en la legislación vigente. Esta actividad permitió integrar las competencias relacionadas con el trabajo experimental, el tratamiento estadístico de datos y la interpretación crítica de resultados en un contexto aplicado y próximo a una situación real. [3] Penn M. and Ramnarain U., (2019), South African university students' attitudes towards chemistry learning in a virtually simulated learning environment, Chem. Educ. Res. Pract., 20, 699–709. DOI: 10.1039/C9RP00014C. [4] Wang J., Qian Q., Zhang R., Cheng Y., Xu J., Cai Z., Zhao B., (2026), Development and Implementation of a Cloud-Based HPLC Teaching Platform Enhanced by Artificial Intelligence, J. Chem. Educ. 103(8), 4339-4349. DOI: 10.1021/acs.jchemed.6c00018.
Objetivo nº 3	Simulación del entorno profesional y evaluación contextualizada
Actividades que había previsto en la solicitud del proyecto:	A4. El tercer objetivo del proyecto consiste en acercar al estudiante a un contexto formativo que reproduzca de manera verosímil la realidad del ejercicio profesional. Con este fin, los estudiantes deberán elaborar un informe técnico en el que presenten y analicen los resultados de la actividad práctica, y formulen conclusiones sobre la situación ambiental derivada de la problemática analítica planteada. A5. En la última hora de la sesión de prácticas, se organizará un debate estructurado en el que los distintos grupos de trabajo expondrán sus conclusiones y las contrastarán con las de sus compañeros. Este espacio de discusión crítica permitirá enriquecer los análisis realizados, fomentar el pensamiento reflexivo y afianzar la argumentación científica colaborativa. Este enfoque propone una modalidad formativa alineada con contextos profesionales reales, que promueve la adquisición y aplicación de competencias transversales y específicas asociadas al desempeño del químico analítico en el ámbito laboral, como la interpretación de resultados, la toma de decisiones fundamentadas y la comunicación técnica efectiva.
Actividades realizadas y resultados obtenidos:	A4. Elaboración de un informe técnico Con el propósito de aproximar al estudiante a un contexto de aprendizaje que reproduzca de manera verosímil las situaciones propias del ejercicio profesional, se planteó elaborar un informe técnico a partir de toda la información recopilada durante las diferentes etapas de la práctica. En este documento, los estudiantes integraron y analizaron los resultados obtenidos e interpretaron críticamente dichos resultados para valorar el estado de contaminación de la laguna. La elaboración del informe permitió trabajar, además de los contenidos específicos de la materia, en competencias relacionadas con la organización y presentación de información científico-técnica, el análisis crítico de



resultados, la capacidad de síntesis y la elaboración de conclusiones fundamentadas en las evidencias experimentales. De este modo, la actividad reproduce una tarea habitual en el ámbito profesional de la química y favorece la transferencia de los conocimientos adquiridos a un contexto aplicado.

A5. Debate y evaluación colectiva de los resultados

Como actividad final de la práctica de laboratorio, se realizó una sesión de debate con toda la clase. El objetivo fue integrar y poner en común los resultados obtenidos por los diferentes equipos para establecer una valoración global del estado medioambiental de la laguna y plantear posibles actuaciones encaminadas a su seguimiento y control.

Durante la sesión, los resultados obtenidos por cada pareja fueron analizados y discutidos colectivamente, lo que permitió a todos los estudiantes expresar sus opiniones, plantear cuestiones y argumentar sus interpretaciones. Esta dinámica favoreció el contraste de diferentes puntos de vista y promovió el pensamiento reflexivo, la capacidad de análisis y la argumentación científica basada en evidencias.

Asimismo, esta modalidad de evaluación permitió valorar no solo la adquisición de conocimientos, sino también competencias transversales como el trabajo en equipo, la comunicación científica, la capacidad de razonamiento y la defensa fundamentada de las propias conclusiones. La actividad proporciona, por tanto, un contexto de aprendizaje más próximo a las situaciones reales del ámbito profesional, en el que la interpretación de resultados, la discusión de evidencias y la toma de decisiones constituyen competencias esenciales para el ejercicio de la profesión química.

2. Realice una breve valoración sobre la influencia del proyecto ejecutado en la evolución de las asignaturas implicadas.

Análisis del impacto de la innovación en las asignaturas relacionadas con el proyecto

Con el objetivo de valorar el impacto de la innovación docente, se compararon los resultados de los estudiantes en una pregunta del examen teórico de junio del curso 2024/25 con otra del curso 2025/26, en el que se implementó dicha innovación.

En el curso previo a la implantación del proyecto docente 2024/25 se incluyó en el examen teórico de junio, realizado por un total de 55 estudiantes, una pregunta específica sobre muestreo. Esta cuestión permitió evaluar la adquisición de conocimientos en esta materia a partir de la formación recibida exclusivamente mediante clases teóricas. Los resultados indicaron que únicamente el 11% de los estudiantes obtuvo una puntuación igual o superior a 5 puntos, mientras que el 47% no respondió a la pregunta. Durante el curso

2025/26, en el que se implantó el proyecto de innovación docente, se incorporó nuevamente en el examen teórico de junio una cuestión sobre el muestreo, de dificultad similar a la planteada en el curso anterior. En esta ocasión, participaron 56 estudiantes y los resultados evidenciaron una mejora significativa. El 50% de los estudiantes obtuvo una puntuación igual o superior a 5 puntos, mientras que únicamente 3 estudiantes no respondieron a la cuestión, lo que representa el 5,4% del total.

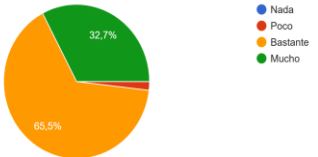
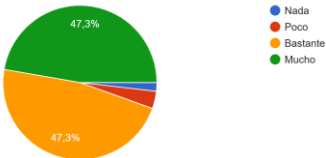
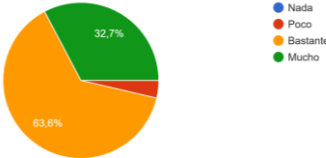
La comparación entre ambos cursos muestra una evolución claramente favorable tanto en el porcentaje de estudiantes que alcanzan un nivel satisfactorio como en el número de estudiantes capaces de abordar la cuestión planteada. En concreto, el porcentaje de estudiantes que superaron la pregunta pasó del 11% al 50%, mientras que el porcentaje de estudiantes que no la contestaron se redujo del 47% al 5,4%.

Estos resultados sugieren que la incorporación de la práctica de laboratorio, en la que se simula el proceso de muestreo mediante herramientas de inteligencia artificial generativa y recursos digitales, ha contribuido de manera significativa a mejorar la comprensión y asimilación de los conceptos teóricos de esta materia. La actividad práctica ha permitido al alumnado trasladar los contenidos de las sesiones teóricas a un contexto aplicado, lo que favorece una mejor comprensión de los contenidos que tradicionalmente presentan dificultades de aprendizaje.

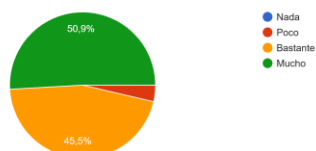
En conjunto, los resultados obtenidos ponen de manifiesto un impacto positivo de la innovación docente en el aprendizaje del muestreo. La mejora observada en los resultados de la prueba teórica, que coincide con la incorporación de la práctica de laboratorio basada en IA generativa y herramientas digitales, constituye un indicador favorable de la eficacia de esta metodología para reforzar la adquisición y la aplicación de los conocimientos teóricos.

3. Incluya en la siguiente tabla el número de alumnado matriculado y el de respuestas recibidas en cada opción y realice una valoración crítica sobre la influencia que el proyecto ha ejercido en la opinión del alumnado.

Opinión del alumnado al inicio del proyecto				
Número de alumnado matriculado:		69 alumnos/as		
Valoración del grado de dificultad que cree que va a tener en la comprensión de los contenidos y/o en la adquisición de competencias asociadas a la asignatura en la que se enmarca el proyecto de innovación docente				
Ninguna dificultad	Poca dificultad	Dificultad media	Bastante dificultad	Mucha dificultad
2	8	39	9	2
Opinión del alumnado en la etapa final del proyecto				
Valoración del grado de dificultad que ha tenido en la comprensión de los contenidos y/o en la adquisición de competencias asociadas a la asignatura en la que se enmarca el proyecto de innovación docente				
Ninguna dificultad	Poca dificultad	Dificultad media	Bastante dificultad	Mucha dificultad
5	30	19	1	3
Los elementos de innovación y mejora docente aplicados en esta asignatura han favorecido mi comprensión de los contenidos y/o la adquisición de competencias asociadas a la asignatura				
Nada de acuerdo	Poco de acuerdo	Ni en acuerdo ni en desacuerdo	Muy de acuerdo	Completamente de acuerdo
0	0	6	35	17
En el caso de la participación de profesorado invitado				
La participación del profesorado invitado ha supuesto un gran beneficio en mi formación				
Nada de	Poco de acuerdo	Ni en acuerdo ni	Muy de acuerdo	Completamente de

<i>acuerdo</i>		<i>en desacuerdo</i>		<i>acuerdo</i>
Valoración crítica sobre la influencia que ha ejercido el proyecto en la opinión del alumnado				
Valoración del alumnado Con el objetivo de conocer la percepción del alumnado sobre la metodología basada en la inteligencia artificial (IA) y en herramientas digitales, se realizó una encuesta al finalizar la práctica de laboratorio. Los resultados obtenidos reflejan una valoración muy favorable de la experiencia. El 98,2 % del alumnado indicó que el proyecto de innovación docente le había permitido «mucho» o «bastante» trabajar la competencia relacionada con la capacidad de reunir e interpretar datos relevantes para emitir juicios que incluyan una reflexión sobre temas de índole social, científica o ética. Asimismo, el 94,6 % consideró que la metodología empleada le había permitido asimilar mejor los contenidos teóricos sobre el muestreo impartidos en las clases de teoría, «mucho» o «bastante».				
¿Cree que esta práctica le ha permitido trabajar la competencia (Capacidad de reunir e interpretar datos relevantes para emitir juicios que incluyan una...as relevantes de índole social, científica o ética)? 55 respuestas 				
Esta metodología ¿Te ha ayudado a asimilar mejor los contenidos teóricos sobre el muestreo que se han impartido en las clases teóricas? 55 respuestas 				
Por otra parte, el 96,3 % de los estudiantes manifestó que la práctica le había permitido «mucho» o «bastante» aplicar los conocimientos teóricos a la resolución de problemas reales mediante el uso de modelos generados por IA y de herramientas digitales. Finalmente, el 95,5 % indicó que recomendaría «mucho» o «bastante» esta metodología de enseñanza para el desarrollo de las prácticas a futuros compañeros en los próximos cursos.				
¿Cree que esta práctica le ha permitido aplicar los conocimientos teóricos a la resolución de problemas reales mediante los modelos generados ...reviamente desarrolladas por el equipo docente? 55 respuestas 				

¿Recomendaría esta metodología de enseñanza para el desarrollo de las prácticas a futuros compañeros en los próximos cursos?
55 respuestas



Además de los resultados cuantitativos, los estudiantes tuvieron la oportunidad de comentar sobre su experiencia. En términos generales, las opiniones recogidas reflejan un alto grado de satisfacción con la innovación docente desarrollada. Entre los aspectos más valorados destacan la contribución de la actividad a una mejor comprensión de los contenidos, su carácter dinámico y la posibilidad de aproximarse a situaciones relevantes para su futuro desempeño profesional.

Entre los comentarios realizados por el alumnado destacan los siguientes:

«Me ha ayudado a entender mejor esta parte de la asignatura de una manera que se me va a quedar mejor a largo plazo. Además de tener una idea de los casos a los que puede que me enfrente en mi futuro laboral».

«Esta práctica propuesta como innovación docente me ha ayudado de manera muy satisfactoria a la comprensión de un tema tan complejo como la toma de muestras. Estaría bien tener más experiencias de este tipo».

«La práctica está muy bien para reforzar los conceptos de la teoría de forma dinámica. No obstante, creo que necesita una optimización del tiempo empleado en cada apartado de la misma, para que dé tiempo a realizar cada apartado sin problemas».

«Muy buena actividad, didáctica y entretenida. Mola».

Aspectos susceptibles de mejora

A pesar de la valoración positiva de la experiencia, se ha identificado como el principal aspecto susceptible de mejora la limitación temporal de la actividad, circunscrita a las cuatro horas de las prácticas de laboratorio. Tanto la experiencia del equipo docente como los comentarios del alumnado ponen de manifiesto que algunas etapas requieren más tiempo para desarrollarse con mayor profundidad y para garantizar que los estudiantes puedan completar las diferentes tareas sin una presión temporal excesiva.

En próximos cursos se optimizará la distribución temporal de las distintas fases de la actividad, asignando tiempos específicos en función de la complejidad y las dificultades asociadas a cada una.

4. **Describe las medidas de difusión a las que se comprometió en la solicitud y las que ha llevado a cabo. Describe, analice y valore los desajustes respecto a lo previsto en el proyecto y las soluciones aplicadas.**

Descripción de las medidas comprometidas en la solicitud

Este Proyecto de Innovación Docente contempla los siguientes mecanismos de difusión:

- Los archivos interactivos en formato Flash se subirán y estarán disponibles en el Repositorio de Objetos Digitales de la Universidad de Cádiz (RODIN).

- Se pretende presentar los resultados de las dos ediciones al 19th Annual International Conference of Education, Research and Innovation (ICERI 2026) que se celebrará en Sevilla en noviembre de 2026. Se trata de un congreso de alto prestigio internacional en materia de innovación docente. Debido a que el congreso se celebrará tras la entrega de la memoria final del curso 25-26, nos comprometemos a presentar la aceptación de la comunicación y el certificado de participación una vez que se celebre el congreso.

Descripción de las medidas que se han llevado a cabo

Las medidas comprometidas en la solicitud se han realizado e incluso han sido superiores:

- Se han subido al Repositorio de objetos digitales de la Universidad de Cádiz (RODIN) tres archivos interactivos en formato Flash diseñados y elaborados por el equipo docente. Los archivos pueden consultarse en:

URI: <http://hdl.handle.net/10498/39680>

URI: <http://hdl.handle.net/10498/39681>

URI: <http://hdl.handle.net/10498/39682>

Para visualizar los archivos interactivos, se recomienda utilizar el emulador Ruffle. En primer lugar, se descargan los archivos flash al ordenador. A continuación, se accede a la página del emulador flash: <https://ruffle.rs/>. En "Demo", seleccionar el archivo previamente descargado en el ordenador para visualizar su contenido.

- Se ha presentado una **comunicación oral** en la IX Reunión de Innovación Docente en Química (IX INDOQUIM), celebrada los días 3 y 4 de septiembre de 2026 en la Universidad de Granada (se adjunta certificado).
- Se presentarán los resultados en formato **póster** en la 19th Annual International Conference of Education, Research and Innovation (ICERI 2026) que se celebrará en Sevilla en noviembre de 2026. Actualmente, hemos recibido la aceptación de la comunicación y nos comprometemos a presentar el certificado de participación una vez que se celebre (se adjunta aceptación).
- Hemos redactado un **artículo** para la revista Chemistry Education Research and Practice <https://pubs.rsc.org/> con ISSN 1109-4028, publicada por la Royal Society of Chemistry, unas de la editoriales de prestigio en el campo de la Química y situándose como Q1 en la subcategoría EDUCATION & EDUCATIONAL RESEARCH. El trabajo ha sido enviado a la editorial de la revista y estamos a la espera de la decisión de tras la revisión por pares (se adjunta el correo del envío del artículo).

5. Conclusiones. Entre ellas, describa las aplicaciones futuras del proyecto, su sostenibilidad y posible continuidad y estrategias para ello.

Conclusiones

La ejecución de este proyecto ha tenido una influencia muy positiva en el desarrollo de la asignatura «Química Analítica II» del Grado en Química. El planteamiento de la actividad no solo ha permitido al alumnado desarrollar la práctica de laboratorio, sino que también ha favorecido una comprensión más clara de la conexión entre los conceptos abordados en las clases teóricas y su aplicación a situaciones relacionadas con la toma de muestras. Este enfoque ha contribuido a incrementar la motivación y la participación de los estudiantes, quienes han mostrado un mayor grado de implicación al sentirse partícipes de un proyecto con objetivos claramente definidos y vinculado a situaciones próximas a su futuro entorno profesional. Asimismo, el proyecto ha favorecido el desarrollo de competencias relacionadas con el pensamiento crítico, el análisis, la toma de decisiones, la actuación responsable y el trabajo en equipo. Del mismo modo, la elaboración de un informe técnico, en sustitución del tradicional informe de prácticas, ha contribuido al desarrollo de competencias relacionadas con la comunicación técnica, el análisis crítico de la información y la resolución de problemas.

La experiencia desarrollada continuará en la asignatura de «Química Analítica II» durante los próximos cursos académicos, incorporándose como actividad habitual en el desarrollo de las prácticas de laboratorio. La sostenibilidad de la propuesta se ve favorecida por el hecho de que las herramientas digitales empleadas permiten actualizar y adaptar las actividades sin necesidad de realizar modificaciones sustanciales en la estructura de la práctica. De este modo, la metodología puede mantenerse a lo largo del tiempo y evolucionar en función de las necesidades detectadas y de los avances en las herramientas de inteligencia artificial y en los recursos digitales.

Como principal estrategia de mejora, se optimizará la distribución temporal de las distintas etapas de la sesión práctica, prestando especial atención a las actividades que han requerido mayor dedicación por parte del alumnado. La experiencia adquirida durante este primer curso permitirá ajustar los tiempos asignados a cada fase y mejorar la planificación futura, con el objetivo de aprovechar de manera más eficiente las cuatro horas disponibles para la práctica de laboratorio.

Por otra parte, una de las principales fortalezas del proyecto es su flexibilidad y capacidad de adaptación. Las herramientas digitales utilizadas permiten modificar las problemáticas planteadas a los estudiantes e introducir nuevos escenarios y situaciones de muestreo sin alterar la estructura general de la actividad. Así, en futuras ediciones podrán plantearse otros contextos ambientales, como aguas marinas, ríos, estuarios o bahías, incorporando progresivamente nuevos factores y condicionantes que los estudiantes deberán considerar al diseñar las estrategias de muestreo. Esta posibilidad permitirá mantener el carácter innovador de la actividad, evitando que se convierta en una práctica rutinaria y favoreciendo que, en cada curso, los estudiantes se enfrenten a situaciones distintas que requieran aplicar sus conocimientos, analizar información y tomar decisiones.

Asimismo, la metodología propuesta presenta potencial de transferencia a otras actividades de la propia asignatura y a otras materias del ámbito de la Química Analítica, especialmente aquellas en las que la toma de decisiones, el tratamiento e interpretación de datos y la resolución de problemas contextualizados desempeñen un papel relevante. La experiencia adquirida permitirá valorar progresivamente la incorporación de este tipo de actividades a otros contenidos y a las prácticas docentes.

En definitiva, los resultados obtenidos y la valoración favorable del alumnado respaldan la continuidad del proyecto y revelan su potencial para integrar de manera efectiva la inteligencia artificial y las herramientas digitales en la enseñanza práctica de la Química Analítica. La actualización periódica de los escenarios y problemáticas, junto con la optimización de la planificación temporal y el seguimiento de la percepción del alumnado, constituirán las principales estrategias para garantizar la sostenibilidad, la mejora continua y la evolución de la propuesta en los próximos cursos académicos.



IX REUNIÓN DE INNOVACIÓN DOCENTE EN QUÍMICA

3 – 4 de septiembre de 2026

Granada

Escuela Técnica Superior de Ingeniería de Caminos, Canales y Puertos · Universidad de Granada · Paseillos Universitarios s/n, 18071 Granada

JUEVES, 3 DE SEPTIEMBRE DE 2026

Salón de Grados

- 09:00 – 10:30 h** Registro y entrega de documentación
- 10:30 – 11:00 h** Apertura de las jornadas
Ana María Rivas Velasco, Vicerrectora de Calidad, Innovación Docente y Estudios de Grado, Universidad de Granada
- 11:00 – 11:30 h** Café
- 11:30 – 12:30 h** Conferencia inaugural
- *Acreditación institucional: ¿Cómo acreditarse y no morir en el intento?*
Manuel Sánchez Polo
 - *Plan de Acción Tutorial de centro, EDDU e INNOVACIENCIAS*
Pedro A. García Sánchez
- 12:30 – 14:00 h** Presentación de orales (C01 – C07)
- 14:00 – 16:00 h** Almuerzo
- 16:00 – 18:00 h** Presentación de orales (C08 – C18)
- 19:00 – 21:00 h** Visita guiada
- 21:00 h** Cena en Carmen de la Victoria

VIERNES, 4 DE SEPTIEMBRE DE 2026

Salón de Grados

- 09:00 – 10:00 h** Presentación de orales (C19 – C24)
- 10:00 – 11:00 h** Alerta de emergencia: laboratorio 2026
- 11:00 – 11:30 h** Café
- 11:30 – 12:30 h** Presentación de orales (C25 – C30)

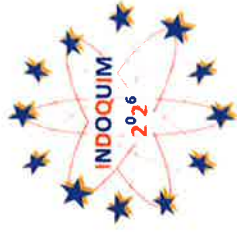
Salón de Actos

- 12:30 – 13:15 h** Conferencia: «La Tabla Periódica en Lengua de Signos Española (LSE): innovación, diseño y ciencia inclusiva»
Arancha Valdés González y Javier Martín Antón, Departamento de Ciencias de la Educación, Universidad de Oviedo
- 13:15 – 13:45 h** Clausura de las jornadas
Ana María García Campaña, Vicerrectora de Posgrado y Formación Permanente, Universidad de Granada

PATROCINADORES



IX REUNIÓN DE INNOVACIÓN DOCENTE EN QUÍMICA



CERTIFICA QUE:

MARÍA DOLORES GRANADO CASTRO

Ha participado con su comunicación flash denominada: Transformando la Enseñanza del Muestreo en Química Analítica con IA Generativa y Herramientas Digitales. Celebrado los días 3 y 4 de septiembre de 2026, en la *Escuela Técnica Superior de Ingeniería de Caminos, Canales y Puertos* de la Universidad de Granada.

Dra. María Gracia Bagur González
Presidenta



14th of September, 2026

ABSTRACT ACCEPTANCE LETTER

This is a confirmation that the abstract entitled:

ENHANCING THE TEACHING OF SAMPLING IN ANALYTICAL CHEMISTRY THROUGH GENERATIVE AI AND DIGITAL TOOLS

Author(s): D. Bellido-Milla, M.D. Granado-Castro, M. Milla-González, E. Espada-Bellido

has been accepted as a POSTER presentation at ICERI2026.

Name of event: ICERI2026 (19th annual International Conference of Education, Research and Innovation)

Dates: 9-11 November 2026

Place: Seville (Spain)

Organising entity: IATED

ICERI2026 Organising Committee



Chemistry Education Research and Practice - Decision on Manuscript ID RP-ART-09-2026-000605

Emisor: Chemistry Education Research and Practice <onbehalf@manuscriptcentral.com>

Destinatario: dolores.milla@uca.es

Responder A: cerp@rsc.org

Fecha: 28 de septiembre de 2026 15:20:58

Fichero Ligado:

Tenga precaución con los ficheros ligados de fuente desconocida, pueden contener virus o programas maliciosos.

* [Information-about-articles-considered-for-publication-in-CERP.pdf](#)

28-Sep-2026

Dear Dr Bellido-Milla:

MANUSCRIPT ID: RP-ART-09-2026-000605

TITLE: Optimising cognitive load in environmental sampling education through AI-generated narratives and virtual simulations

AUTHORS: Granado-Castro, Maria Dolores; Espada-Bellido, Estrella; Milla-González, Miguel ; Bellido-Milla, Dolores

Thank you for submitting your manuscript to Chemistry Education Research and Practice. All manuscripts submitted to Chemistry Education Research and Practice are initially evaluated by the Editors to ensure they meet the essential criteria for publication in the journal. The attached editorial provides an outline of the kinds of contributions currently sought by the journal. I am sorry to say that on this occasion your paper will not be considered further.

This paper is primarily centered on presenting a novel method for teaching chemistry. The focus in CERP is on informing the process of learning chemistry. Novel methods for teaching chemistry are outside the scope for CERP, unless they explore how that teaching method impacts student learning. In the current paper, the evaluation on student learning is insufficiently detailed to evaluate. For example, the content of the pretest and posttest, how each was administered (and what incentive structure is present), the evidence for validity of the responses, and how each was scored are not described. Additional concerns with the pre/post design are not addressed: 1) what steps are taken to address the possibility of students "learning the test" through multiple iterations and 2) how can the results be contextualized relative to other best practices in teaching this content. In its current form, I recommend considering journals that present novel methods for teaching chemistry.

I am sorry not to have better news for you. Thank you for giving us the opportunity to consider this work; we wish you every success should you decide to submit the paper elsewhere.

Yours sincerely,

Lisa Clatworthy, Managing editor, Education Magazines and Journals; and CERP's editors

DISCLAIMER:

This communication is from The Royal Society of Chemistry, a company incorporated in England by Royal Charter (registered number RC000524) and a charity registered in England and Wales (charity number 207890). Registered office: Burlington House, Piccadilly, London W1J 0BA. Telephone: +44 (0) 20 7437 8656.

The content of this communication (including any attachments) is confidential, and may be privileged or contain copyright material. It may not be relied upon or disclosed to any person other than the intended recipient(s) without the consent of The Royal Society of Chemistry. If you are not the intended recipient(s), please (1) notify us immediately by replying to this email, (2) delete all copies from your system, and (3) note that disclosure, distribution, copying or use of this communication is strictly prohibited.

Any advice given by The Royal Society of Chemistry has been carefully formulated but is based on the information available to it. The Royal Society of Chemistry cannot be held responsible for accuracy or completeness of this communication or any attachment. Any views or opinions presented in this email are solely those of the author and do not represent those of The Royal Society of Chemistry. The views expressed in this communication are personal to the sender and unless specifically stated, this e-mail does not constitute any part of an offer or contract. The Royal Society of Chemistry shall not be liable for any resulting damage or loss as a result of the use of this email and/or attachments, or for the consequences of any actions taken on the basis of the information provided. The Royal Society of Chemistry does not warrant that its emails or attachments are Virus-free; The Royal Society of Chemistry has taken reasonable precautions to ensure that no viruses are contained in this email, but does not accept any responsibility

once this email has been transmitted. Please rely on your own screening of electronic communication.

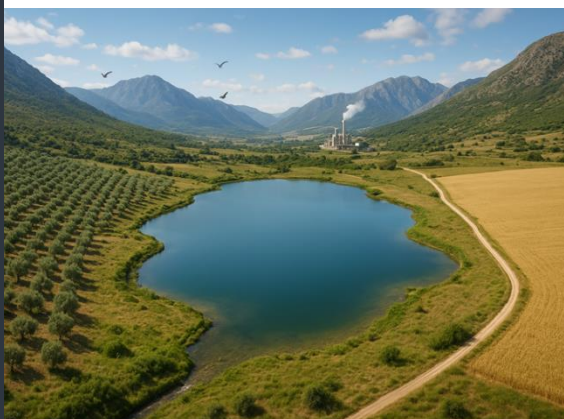
More information on The Royal Society of Chemistry can be found on our website:

[https://urldefense.com/v3/__http://www.rsc.org__;!!D9dNQwwGXtA!VcAF4MuRLZ1ogHUOKGDNf1jRIryXNswt-CaKsqkCyGwtT3ybBX2J4wsPf6Kt43sQy9c6Jlr0v7wXgoJksKKXBfElweU_Tg\\$](https://urldefense.com/v3/__http://www.rsc.org__;!!D9dNQwwGXtA!VcAF4MuRLZ1ogHUOKGDNf1jRIryXNswt-CaKsqkCyGwtT3ybBX2J4wsPf6Kt43sQy9c6Jlr0v7wXgoJksKKXBfElweU_Tg$)

Huella Metálica: El Desafío de los Metales Pesados en Aguas

La presencia de metales tóxicos en ecosistemas acuáticos es una alerta crítica global. Vertidos industriales y agrícolas liberan elementos no biodegradables como plomo (Pb), cadmio (Cd), cobre (Cu) y níquel (Ni). Su peligro radica en la bioacumulación: persisten en el sedimento y entran en la cadena trófica, afectando a la fauna y, eventualmente, al ser humano.

Para evaluar el riesgo, la normativa exige métodos oficiales de alta precisión. Las técnicas de referencia incluyen la Espectroscopía Atómica para conteidos entorno a las partes por millón o partes por billón. Solo mediante protocolos de muestreo rigurosos y análisis certificados podemos garantizar la seguridad hídrica futura.



Alarma en la "Laguna Aguazul": ¿Un paraíso natural o una bomba de relojería química?

Por: J.M. Ramírez | Redacción Local

En el corazón de la comarca mediterránea, donde los cerros dorados se encuentran con el cielo, descansa la **Laguna Aguazul**. Con una superficie que roza las 100 hectáreas, este espejo de agua ha sido históricamente el orgullo de los vecinos. Sin embargo, en los últimos meses, la polémica se ha instalado en sus orillas tan rápido como las garzas reales que anidan en sus juncos.

"Es una vergüenza. Antes veníamos a pescar y el agua era cristalina. Ahora, mira ese humo, solo se salva el manantial de la Peña, aguas arriba de la fábrica, donde el agua sigue saliendo pura", comenta Antonio, un jubilado de 72 años que pasea cada mañana por el carril de tierra que bordea la zona norte, justo al lado de las extensas plantaciones de trigo.

Un ecosistema bajo presión. La laguna, situada exactamente en las coordenadas 37° 6' 27.93" N y 40° 46' 23.33" W, es un sistema relativamente cerrado y poco profundo (apenas 1 metro de profundidad media), lo que la hace extremadamente sensible a cualquier alteración. A pesar de su belleza, el entorno no es virgen. La laguna es un "bocadillo" natural atrapado entre dos

dos gigantes: la agricultura intensiva y la industria pesada.

Al este, la imponente chimenea de la fábrica **"Cementos del Valle"** domina el horizonte. La planta, que se puede ver humeante en las fotografías satelitales, opera a pleno rendimiento las 24 horas del día durante casi todo el año para satisfacer la demanda del sector constructor. *"La gente se queja del humo, pero damos trabajo a toda la comarca"*, defiende un portavoz de la empresa. *"Además, cumplimos la normativa. Solo paramos los hornos cuando es estrictamente necesario, como ocurrió el pasado verano, que cerramos por mantenimiento técnico durante julio y agosto completos"*.



En este número

Alarma en la "Laguna Aguazul" **pág. 1**

Sugerencias para la instalación de fotovoltaica **pág. 3**

Soluciones sin ánimo de lucro **pág. 5**

Tendencias y nuevo software **pág. 8**

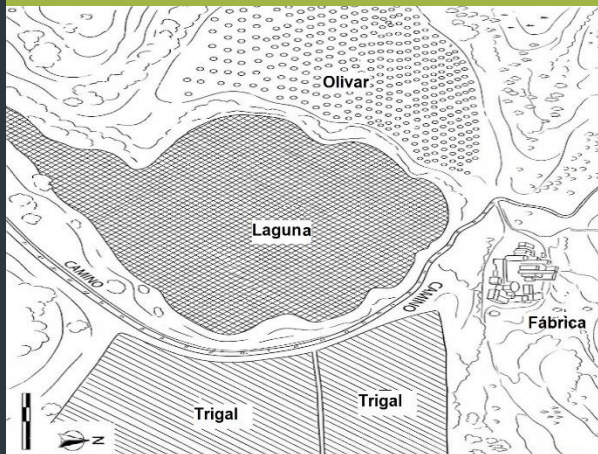
Un mapa que vale más que mil palabras

Tal y como muestra el gráfico adjunto al que ha tenido acceso El Heraldo, la ubicación de la planta no podría ser más desafortunada desde el punto de vista hidrológico. La fábrica se asienta en la falda de la montaña, justo en la cabecera del valle.

Cualquier vertido, accidental o no, que alcance el Arroyo que bordea la nave industrial, tiene un único destino: la cubeta de la Laguna. El agua entra por la zona norte, distribuyéndose hacia el centro del lago.

Además, el mapa revela la presión agrícola que sufre el ecosistema. A la izquierda (oeste), las hectáreas de olivar llegan casi hasta la orilla, mientras que la margen derecha (este) está dominada por campos de trigo delimitados por el camino rural. Aunque los agricultores insisten en que sus pesticidas no son el problema, la mezcla de la escorrentía agrícola con los presuntos metales pesados de la fábrica convierte a la laguna en un cóctel químico de difícil gestión.

Nótese cómo la pendiente del terreno favorece la escorrentía desde la zona industrial hacia el humedal. La masa de agua está flanqueada al oeste por un olivar intensivo y al este por un trigal, separados por el camino perimetral de acceso. La flecha indica el Norte magnético.



Un ecosistema bajo la lupa de la sostenibilidad

¿Es Aguazul tan azul como parece?

El ciclo del campo: entre la tradición y la química. Al otro lado de la orilla, el paisaje cambia drásticamente. En la ladera oeste, un olivar infinito desciende hasta casi tocar el agua. En la orilla opuesta, los campos de trigo tiñen de amarillo el paisaje.

Los agricultores locales defienden sus prácticas. *"El campo tiene sus tiempos y no podemos fallar"*, explica María, ingeniera agrónoma de la cooperativa local. *"El olivo es sagrado aquí. Para evitar el 'repilo' (un hongo que ataca la hoja), tenemos que tratar los árboles sin falta en dos momentos clave: en otoño, entre septiembre y noviembre, y justo ahora en primavera, sobre marzo o abril, antes de que salga la flor"*.

El trigo, por su parte, tiene su propio calendario. Según los registros de la cooperativa, los tratamientos preventivos en el cereal se concentran a finales de invierno, entre febrero y marzo. *"Si llueve después de tratar, sabemos que parte del producto acaba en la laguna*

por la escorrentía del terreno irregular, pero ¿qué vamos a hacer?", se lamenta un agricultor que prefiere no dar su nombre.

¿Qué hay en el agua? Grupos ecologistas han alzado la voz preocupados por la biodiversidad. Se rumorea que la combinación de las emisiones de la chimenea (ricas en partículas finas) y los fitosanitarios agrícolas (tradicionalmente basados en sales metálicas) podría estar creando un "caldo de cultivo" invisible.

"No es solo el plástico que dejan los turistas de fin de semana", advierte el grupo 'Salvemos Aguazul'. *"Nos preocupan los metales que no se ven. El cobre de los fungicidas y el níquel que podría estar emitiendo la combustión industrial se acumulan en el sedimento y en el agua"*.

A pesar de la alarma social, el Ayuntamiento asegura que el agua es apta para el baño y prepara una regata de kayaks

para el próximo mes. Mientras tanto, la Laguna Aguazul sigue allí, tranquila y misteriosa, esperando que alguien descifre qué secretos químicos esconde bajo su superficie.

Campaña de Primavera

Con la llegada de las lluvias y la subida de temperaturas, recordamos a nuestros socios las recomendaciones de tratamiento para las próximas semanas:

OLIVAR: Riesgo extremo de "Repilo". Se autoriza y recomienda la aplicación inmediata de fungicidas cúpricos (oxicloruro de cobre o hidróxido de cobre) para proteger la hoja. Recordad respetar las franjas de seguridad con el humedal, ya que el lavado por lluvia arrastra el metal azulado directamente al agua.

CEREAL: El trigo se encuentra en fase de encañado. Para potenciar el rendimiento, la Cooperativa sugiere el uso de correctores de carencias. Ojo a los nuevos bioestimulantes enriquecidos con micronutrientes: aseguran aportar trazas de Níquel (Ni) y Cobre (Cu) para mejorar la actividad enzimática del grano.

Aviso: Evitad el uso de lodos de depuradora no certificados como abono de fondo, ya que pueden elevar los niveles de metales pesados por encima de lo permitido.