



UNIVERSIDAD  
**COMPLUTENSE**  
MADRID

Proyecto de Innovación

Convocatoria 2024/2025

Nº de proyecto: 484

Actividades Competitivas en la enseñanza de la Química General y Química Analítica  
en el Grado de Química y Química Analítica en el Grado de Ingeniería Química de la  
Facultad de Química

Responsable del Proyecto: Diana Vilela García

Facultad de Ciencias Químicas

Departamento de Química Analítica

## 1. **Objetivos propuestos en la presentación del proyecto**

En la actualidad, es innegable que los roles tanto del educador como de los estudiantes han experimentado un cambio significativo. Nuestra labor como educadores debería estar enfocada en crear y fomentar entornos de aprendizaje donde los estudiantes se vean implicados en la búsqueda y construcción del conocimiento, empleando las estrategias y actividades pertinentes en función de sus intereses y particularidades, adaptando así nuestros métodos de enseñanza. Por otro lado, los estudiantes deben evolucionar y no limitarse únicamente en absorber información, sino desempeñar un papel activo en su propio proceso de aprendizaje. Sin embargo, la falta de entusiasmo que muestran los estudiantes el aprendizaje de las ciencias, como la química, dificulta el logro de un aprendizaje significativo y profundo, lo que resulta en una adquisición de conocimientos mecánica, poco perdurable y con escasa capacidad de transferencia. Este escenario nos desafía a buscar, desarrollar y aplicar enfoques educativos alternativos que despierten el interés, la curiosidad y el placer por el aprendizaje.

En este contexto, resulta fundamental destacar que, aunque el enfoque metodológico actual en la enseñanza universitaria se orienta hacia un modelo basado en competencias, persisten dificultades en su adquisición por parte del alumnado, principalmente debido a la falta de motivación y a la escasa aplicación de metodologías innovadoras. El Espacio Europeo de Educación Superior promueve un modelo centrado en el estudiante y en el aprendizaje autónomo, donde el docente asume un rol de gestor del proceso formativo y se requiere una definición clara de objetivos orientados al desarrollo de competencias específicas y transversales.

Por ello, el principal objetivo de este proyecto es el diseño, implementación, análisis y evaluación de metodologías activas a través del uso de la competición como herramienta motivadora para el logro de la adquisición de las competencias correspondientes a los estudios del Grado en Química e Ingeniería Química de la Universidad Complutense de Madrid. El estudio se centrará en la asignatura de Química General que se imparte en el primer curso del Grado en Química así como en la Química Analítica que se imparte en el segundo curso del Grado en Ingeniería Química, respectivamente. Para dar cumplimiento de este objetivo general, se plantean los siguientes objetivos específicos:

- Incentivar a los estudiantes hacia el querer saber química y no simplemente al saber química a través de actividades de carácter competitivo.
- Promover el trabajo colaborativo entre estudiantes.

- Proveer a profesores y estudiantes con todas las herramientas y espacios disponibles para el desarrollo de las actividades propuestas como son el Campus Virtual y sus múltiples posibilidades, aplicaciones móviles y distintos espacios hábiles en la facultad.
- Proporcionar una retroalimentación continua tanto del profesor hacia los estudiantes como de los estudiantes hacia el profesor.

Para alcanzar los objetivos presentados, este proyecto propone el uso de actividades competitivas a través del juego como recurso didáctico para fomentar un aprendizaje motivador y efectivo. A través de la gamificación, se busca potenciar la imaginación, la creatividad y el desarrollo de habilidades y competencias mediante experiencias lúdicas que favorezcan la retención del conocimiento. El enfoque se centra en promover una “competencia sana” en el aula, que estimule la superación personal y la motivación intrínseca, evitando los efectos negativos de una competitividad excesiva, como el estrés o la baja autoestima.

## **2. Objetivos alcanzados**

Una de las finalidades más directas de ese proyecto ha podido ser despertar y mantener la motivación de los estudiantes hacia el aprendizaje de la química mediante el uso de dinámicas competitivas y colaborativas, con el fin de lograr un aprendizaje más profundo, participativo y significativo.

Este objetivo se concreta en transformar el aula en un espacio donde el interés, la curiosidad y el compromiso de los estudiantes se potencien a través de metodologías activas como la gamificación, promoviendo además el desarrollo de competencias y habilidades tanto específicas de la disciplina como transversales.

Entre las competencias transversales, en el marco de este proyecto se ha promovido el trabajo colaborativo entre estudiantes favoreciendo el desarrollo de habilidades sociales, comunicativas y de trabajo en equipo, esenciales para su formación integral y para el ejercicio profesional, al tiempo que se genera un ambiente de aprendizaje más participativo, inclusivo y enriquecedor. Además, el trabajo colaborativo permite que los estudiantes compartan conocimientos, se apoyen mutuamente en la resolución de problemas y desarrollen competencias como la responsabilidad compartida, la negociación y el respeto por diferentes puntos de vista, lo que contribuye a un aprendizaje más profundo y significativo.

Se ha provisto a profesores y estudiantes con todas las herramientas y espacios disponibles es garantizar el adecuado desarrollo de las actividades formativas diseñadas durante la realización del proyecto, facilitando un entorno de enseñanza-aprendizaje accesible, dinámico y eficaz, que permita integrar de manera óptima los recursos tecnológicos y los espacios físicos disponibles. Esto ha contribuido a la optimización de los procesos educativos mejorando la interacción y comunicación entre los actores del aprendizaje, y fomentando el uso de tecnologías y entornos virtuales que enriquecieron la experiencia formativa y potenciaron la adquisición de competencias.

Finalmente, se proporcionó una retroalimentación continua tanto del profesor hacia los estudiantes como de los estudiantes hacia el profesor favoreciendo un proceso de enseñanza-aprendizaje más reflexivo, dinámico y ajustado a las necesidades reales del alumnado, lo que permitió identificar fortalezas, dificultades y áreas de mejora de forma oportuna. Esta retroalimentación bidireccional contribuyó a mejorar el rendimiento académico, fortaleciendo la motivación y el compromiso de los estudiantes, y facilitando al profesorado la adaptación de sus métodos y estrategias para la optimización de los resultados educativos.

De este modo, se ha logrado avanzar de manera significativa en el cumplimiento de los objetivos específicos planteados en el proyecto de innovación, gracias, principalmente, a la efectiva interacción y colaboración entre el profesorado, el personal implicado y el estudiantado participante.

### **3. Metodología empleada en el proyecto**

La metodología empleada en el desarrollo de este proyecto de innovación educativa ha sido planificada, abarcando una serie de fases y acciones interrelacionadas, orientadas a garantizar la consecución de los objetivos planteados. En primer lugar, se llevó a cabo la planificación y el diseño de las diversas actividades que se desarrollaron en las asignaturas de Química General (impartida en el Grado en Química) y Química Analítica (en el Grado en Ingeniería Química). Esta etapa inicial implicó un análisis detallado de los contenidos y competencias a trabajar, así como la selección de estrategias y dinámicas metodológicas acordes con los fines del proyecto.

Posteriormente, se procedió a la recopilación y preparación de todo el material necesario para la implementación de dichas actividades (actividad tipo Escape room, cuestionarios en plataformas digitales, concurso con modelos moleculares y trivial) lo que incluyó recursos didácticos, herramientas tecnológicas y materiales de apoyo específicos (uso de fichas, modelos moleculares, plataformas digitales de cuestionarios como kahoot, etc...). En paralelo, se diseñaron las pruebas de evaluación que permitieron valorar el grado de participación, aprendizaje y desarrollo competencial del estudiantado. Dichas pruebas fueron corregidas y analizadas de manera sistemática, con el propósito de obtener datos

fiables que aportaran información relevante sobre la efectividad de las actividades propuestas.

Asimismo, en la fase final del proyecto, se elaboraron y administraron encuestas dirigidas al alumnado, con el fin de recoger sus percepciones, nivel de satisfacción y sugerencias de mejora respecto a las actividades desarrolladas. El análisis de estas encuestas se llevó a cabo mediante la elaboración de gráficos y tablas que facilitaron el estudio e interpretación de los resultados obtenidos.

Finalmente, los principales hallazgos y conclusiones del proyecto fueron expuestos en un congreso docente (IX Jornada sobre estrategias para la innovación de la actividad docente en química analítica, SEQA, Toledo 2025), con el objetivo de compartir la experiencia y los resultados con la comunidad académica, contribuyendo así al avance y difusión de prácticas innovadoras en la enseñanza de la química.

Cabe destacar que todas estas tareas fueron realizadas y/o supervisadas por el responsable del proyecto, quien asumió la labor de coordinar al equipo de trabajo, formado por los distintos profesores y personal implicado, asignando funciones y organizando las actividades conforme a las necesidades y objetivos de cada fase del proyecto.

#### **4. Recursos humanos**

Los recursos humanos, con los que se ha contado para este proyecto han sido profesores del departamento de Química Analítica, investigadores postdoctorales y estudiantes del programa de Doctorado de la Facultad. Estos recursos humanos incluyen:

- 1) Seis profesores del Departamento de Química Analítica: uno de ellos profesor de la Asignatura de Química General, y otros cuatro con experiencia previa en dicha asignatura (Diana Vilela, Coordinadora y profesora de la asignatura; Reynaldo Villalonga, José Luis Luque, Javier Urraca Ruiz y Alfredo Sánchez Sánchez). Un profesor de la asignatura de Química Analítica (Grado de Ingeniería Química) y otros cuatro con experiencia previa en la asignatura y otro que aún no ha impartido docencia de dicha asignatura, pero forma parte del equipo de profesores de prácticas (Reynaldo Villalonga, profesor de la asignatura; Lourdes Agüi Chicharro, Alfredo Sánchez Sánchez, Javier Urraca Ruiz, Diana Vilela y Roberto Álvarez-Fernández).
- 2) Dos Investigadoras Postdoctorales: Beatriz Mayol con experiencia en la docencia de prácticas de Química Analítica tanto en el Grado en Química como en el Grado en Ingeniería Química) y Esther García Díez (Programa Investigo)-
- 3) Dos estudiantes del programa de Doctorado en Química Avanzada (Jorge Urraca y Anabel Villalonga Chico).

## 5. Desarrollo de las actividades

A continuación, se desglosan las actividades desarrolladas en este proyecto de innovación docente que se han descrito en el apartado de metodologías anterior:

- Actividades competitivas en el aula durante el primer cuatrimestre de cada una de las asignaturas. Para lo cual se diseñaron cuatro tipos de actividades basadas en el juego:

Escape room (duración 50 minutos máximo) basado en los contenidos iniciales de cada una de las asignaturas correspondientes. Para el desarrollo de la actividad, los estudiantes son organizados en grupos de 5 a 6 integrantes, debiendo designar cada grupo un portavoz que actuará como representante ante el profesorado. La dinámica consiste en la resolución progresiva de una serie de fichas: al inicio, todos los grupos reciben la misma ficha, que deberán resolver de forma colaborativa. Una vez completada, el portavoz la entrega al profesor para su revisión. Tras comprobar la corrección de la solución, el grupo recibe la siguiente ficha. Este procedimiento se repite hasta completar un total de diez fichas. El grupo que logre resolver correctamente la totalidad de las fichas en el menor tiempo posible será el ganador de la actividad.

Cuestionario en Kahoot (duración 20 minutos, únicamente realizado en la asignatura de Química General) basado en los contenidos intermedios de la asignatura. Para el desarrollo de la actividad, los profesores preparan previamente un cuestionario en la plataforma de cuestionarios Kahoot con un total de 10 cuestiones. Al igual que en el caso anterior, los estudiantes se distribuyen en grupos, en este caso de tres-cuatro personas, y deben responder a cada pregunta en un tiempo máximo de 90 segundos. Tras cada pregunta, se presenta de inmediato la solución correcta, así como la información sobre los equipos que han respondido de forma acertada. Este sistema de retroalimentación inmediata contribuye al proceso de aprendizaje, ya que permite a los estudiantes identificar y corregir sus errores al momento, favoreciendo así la adquisición de los conocimientos propios de la asignatura. El equipo con mayor número de aciertos gana el juego.

Concurso de moléculas (duración 30 minutos, únicamente realizado en la asignatura de Química General) basado en los contenidos intermedios de la asignatura. El desarrollo de la actividad tiene lugar tras el juego anterior, en el mismo día, usando así los equipos realizados previamente. El juego consistirá en usar las bolsitas de modelos moleculares proporcionadas por el profesor para describir la geometría molecular de un compuesto químico, habiendo un total de 10 compuestos. El equipo que logre, en el menor tiempo, describir la geometría molecular de más compuestos, será el ganador.

Trivial (duración 50 minutos) basado en los contenidos finales de cada una de las asignaturas. El profesor prepara unas fichas donde asigna un color para cada temática y dentro de cada una de ellas, seis preguntas con un número del 1-6. Para el desarrollo de la actividad, se vuelven a distribuir los alumnos en grupos de 5 personas. El profesor tirará un dado de seis colores y otro numérico del 1-6, designando así la temática y la pregunta de la ficha. Esa pregunta debe ser contestada por todos los grupos, siendo el que la conteste más rápido quien consiga el color. El proceso se repite hasta que uno de los equipos consigue todos los colores, convirtiéndose así en el equipo ganador del juego (el anexo I muestra un ejemplo de una de las temáticas utilizadas en el juego).

Finalmente, se concede un punto adicional en cada parte del temario a los integrantes de los equipos ganadores, dependiendo el juego que hayan ganado. Dicho punto se integrará en la calificación de la evaluación continua correspondiente a cada asignatura.

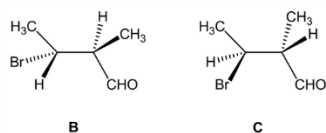
- Exámenes cortos el día después de la realización de la actividad gamificada: El profesorado elabora una prueba breve, con una duración de 30 minutos, que se realiza el día siguiente a la actividad lúdica. Una vez recogidos los exámenes, el profesor procede a resolverlos en la pizarra, con el propósito de ofrecer al alumnado una retroalimentación inmediata que les permita identificar y comprender sus errores, favoreciendo así un aprendizaje más significativo. Los resultados de las pruebas cortas tienen como finalidad evaluar si las actividades desarrolladas contribuyen a un aumento de la motivación del alumnado, y en consecuencia, a la adquisición de competencias y contenidos, mediante su comparación con los resultados obtenidos en cursos anteriores de la misma asignatura (el Anexo II muestra un ejemplo de prueba corta realizada).
- Encuestas de las actividades realizadas: se realizaron encuestas de las actividades realizadas al final de cuatrimestre donde se evaluó el grado de satisfacción de los estudiantes respecto a dichas actividades. Estas encuestas fueron elaboradas por los profesores involucrados en el proyecto recopilando el coordinador la información. Las conclusiones han sido expuestas en la IX Jornada sobre estrategias para la innovación de la actividad docente en química analítica de la SEQA celebrada el 25 y 26 de Junio de 2025 en Toledo. En el Anexo III, se muestra la contribución presentada y conclusiones obtenidas tras el análisis de las gráficas.

## 6. Anexos

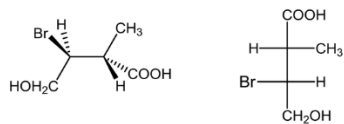
### ANEXO I

VERDE

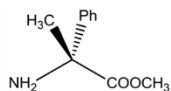
1. Indicate and Justify the relationship between molecules B and C (identical, enantiomers, diastereomers):



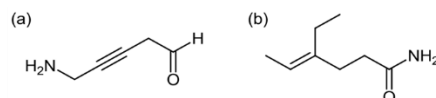
3. Indicate the stereochemistry, the order of priority of the substituent groups on the chiral carbons, and justify the relationship between these compounds:



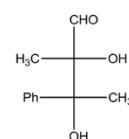
5. Indicate the stereochemistry and the order of priority of the substituent groups of this molecule:



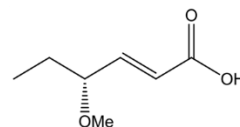
2. Indicate stereochemistry where applicable:



4. Draw, in Fischer projection and wedge shape, a diastereomer of this molecule.



6. Represent and name a functional isomer, a positional isomer, and a chain isomer of this compound :



## ANEXO II

Grado en Química

First test: Unit 0,1, 2&3

18th October, 2024

SURNAME..... NAME.....

Q1	Q2	Q3	FINAL SCORE

Exam duration: 30 min.

Question 1 (2.5 points)

Name and formulate the following compounds:

$\text{H}_2\text{SO}_4$

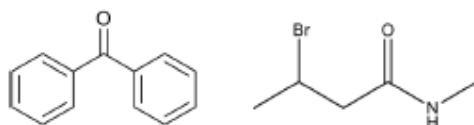
$\text{Na}_3\text{PO}_4$

$\text{CCl}_4$

Sodium peroxide

Sodium dichromate

Iodic acid



3-phenyl-2-propanoic acid

5-methyl-5-hexen-3-one

Question 2 (2.5 points)

An engineer wants to design a switch that works by the photoelectric effect. The metal he would like to use in the device requires  $403.5 \text{ kJ mol}^{-1}$  to remove an electron. Determine whether the switch will operate when light of wavelength 450 nm or longer strikes it.

Data:  $h = 6.626 \times 10^{-34} \text{ J}\cdot\text{s}$ ;  $c = 2.998 \times 10^8 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ ;  $N_A = 6.022 \times 10^{23} \text{ mol}^{-1}$

Question 3 (5 points)

- Describe the 4p orbital: quantum numbers that define it, number of nodes (total, angular and radial), shape, orientation, radial distribution function. (2 points)
- Identify three consecutive elements whose outermost electron, in the ground state, is defined by the 4p orbital. Indicate to which group and period each of these elements belongs. (1 points)
- Justify the variation in the effective nuclear charge for the outermost electron of the three elements mentioned in the previous section. Based on this variation, justify the expected variation in the atomic size and the first ionization energy in these elements. (2 points)

## ANEXO III



# IMPULSANDO EL APRENDIZAJE DE LA QUÍMICA MEDIANTE GAMIFICACIÓN EN EL AULA UNIVERSITARIA

R. Álvarez-Fernández García, J. L. Luque-García, B. Mayo, J. L. Urraca, A. Sánchez, R. Villaonga, D. Vilela-García

Universidad Complutense de Madrid, Facultad de Ciencias Químicas, Avenida Complutense s/n, 28040, Madrid  
robalvar@ucm.es







### Introducción y Objetivo

La educación universitaria actual enfrenta el reto de fomentar un aprendizaje basado en competencias en un contexto de baja motivación estudiantil. Ante esta situación, resulta necesario explorar metodologías innovadoras que estimulen el interés del alumnado. En este proyecto se propone el uso de actividades competitivas como recurso didáctico, aprovechando el potencial del juego para favorecer un aprendizaje más motivador y efectivo.

El objetivo principal es diseñar, implementar analizar y evaluar metodologías activas que utilicen la "competencia sana" como motor de motivación para la adquisición de competencias propias del Grado en Química de la Universidad Complutense de Madrid. Así, en esta comunicación, se analiza el impacto de la propuesta mediante encuestas de satisfacción al alumnado y los resultados académicos en la asignatura Química General, impartida durante el primer curso.

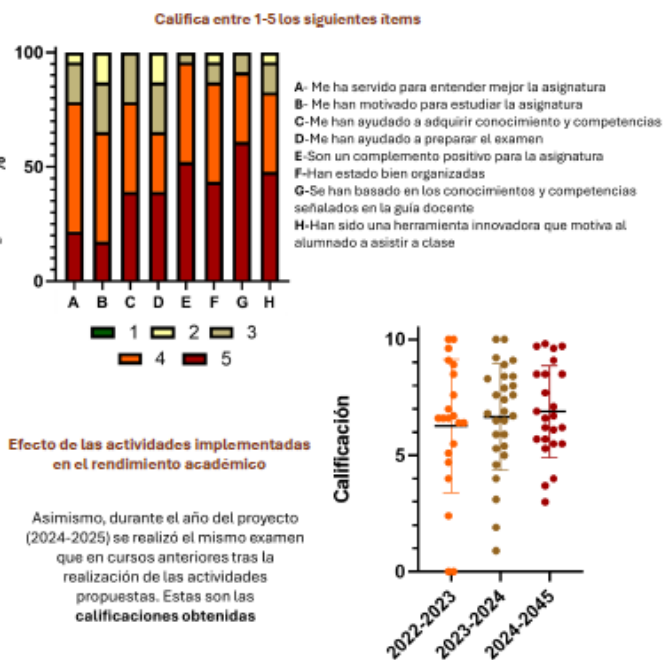
### Metodología

Se propone el uso de una combinación de **metodologías activas**, tanto colaborativas como individuales, donde el principal protagonista del proceso enseñanza-aprendizaje será primordialmente el estudiante, utilizando la **competitividad** a través de la **gamificación**, como principal herramienta de **motivación**:

<p><b>Trivial</b></p>  <p>Juego tipo trivial con preguntas relacionadas con el temario de Química General, fomentando el repaso colaborativo de contenidos</p>	<p><b>Kahoot</b></p>  <p>Cuestionarios individuales con preguntas tipo test realizados al final de cada unidad, favoreciendo la autoevaluación inmediata mediante la herramienta Kahoot</p>	<p><b>Molecular Quiz</b></p>  <p>Actividad práctica en la que el alumnado utiliza modelos moleculares para representar correctamente distintas geometrías moleculares</p>	<p><b>Escape room</b></p>  <p>Adaptación de escape room con pruebas secuenciales relacionadas con la asignatura que deben resolverse de forma progresiva para alcanzar el objetivo final</p>
---	--	---	---

### Resultados

Se exponen a continuación los resultados de las encuestas realizadas a los estudiantes



### Conclusiones

- ✓ Las encuestas realizadas reflejan un elevado nivel de satisfacción por parte del alumnado, destacando la utilidad de las actividades implementadas para incrementar la motivación, facilitar la preparación de la asignatura o identificar dudas. Entre ellas, el trivial ha sido la mejor valorada.
- ✓ Se ha observado un ligero incremento de las calificaciones medias, acompañado de una reducción de calificaciones extremadamente bajas.