

# Gamificación como complemento para el aprendizaje en Química Orgánica

## Gamification as a learning complement in Organic Chemistry

M. Ruiz-Santaquiteria, N. Merayo, P. Díaz, R. Barajas, P. Saavedra, I. Carrillo, J. Albéniz.

m.ruizsantaquiteria@upm.es, n.merayo@upm.es, paloma.diaz@upm.es, rosa.barajas@upm.es, pilar.saavedra@upm.es, isabel.carrillo@upm.es, javier.albeniz@upm.es.

Departamento: Ingeniería Mecánica, Química y Diseño Industrial.

Institución: Escuela Técnica Superior de Ingeniería y Diseño Industrial.

Universidad Politécnica de Madrid.

Madrid, España.

**Resumen-** En este trabajo se recogen los resultados más relevantes de la aplicación de la técnica de gamificación como un complemento en el aprendizaje de la asignatura de Química Inorgánica y Orgánica que se imparte en el cuarto semestre (segundo curso) del grado en Ingeniería Química en la Escuela Técnica Superior de Ingeniería y Diseño Industrial (E.T.S.I.D.I.). En concreto, la metodología de aprendizaje basada en gamificación que se ha empleado consiste en la realización de cuestionarios con el fin de que los estudiantes adquieran los conocimientos necesarios de Química Orgánica. Los cuestionarios fueron colgados en la plataforma Moodle y servían de apoyo a los estudiantes. La experiencia se repitió en dos ocasiones: el primer cuestionario se realizó antes del primer examen y el segundo cuestionario se realizó antes del tercer y último examen de la evaluación continua. Gracias a la utilización de esta herramienta, muchos de los estudiantes han superado el curso con éxito y la valoración que ellos han hecho sobre la misma ha resultado altamente satisfactoria.

**Palabras clave:** gamificación, cuestionarios, Química Orgánica.

**Abstract-** In this work, the most relevant results of this gamification are shown. Gamification is used as a learning complement in the subject Inorganic and Organic Chemistry, which is taught in the fourth semester (second year) of Chemical Engineering degree taught in Escuela Técnica Superior de Ingeniería y Diseño Industrial (E.T.S.I.D.I.). The gamification technique was based on questionnaires solved by students on the Moodle platform and served as a complement for the students to acquire the necessary knowledge of Organic Chemistry. The experience was repeated twice: the first questionnaire was carried out before the first exam and the second one was carried out before the last exam of the course. Using this tool the majority of students have successfully passed the course. In addition, students reported they were highly satisfied with the use of this methodology.

**Keywords:** gamification, questionnaire, Organic Chemistry.

### 1. INTRODUCCIÓN

El Espacio Europeo de Educación Superior (EEES) prioriza la mejora de la calidad de la enseñanza en la Universidad. Como consecuencia se está llevando a cabo una renovación de las metodologías de enseñanza en las que el profesor es el

facilitador del aprendizaje del estudiante, proporcionándole su autonomía.

Para afrontar este reto, el profesorado ha utilizado distintas estrategias con el objetivo de promover la motivación del estudiante. En este sentido, los autores de esta propuesta ya han implantado en su programación docente actual una variedad de metodologías docentes que persiguen dicho objetivo: acciones cooperativas (Carrillo et al., 2007), resolución, entrega y exposición oral de problemas, realización de vídeos docentes, trabajo en equipo, etc. (Albéniz et al., 2009)

Es evidente que siguen emergiendo continuamente nuevas estrategias que el profesorado trata de emplear para favorecer la motivación del estudiante. Entre ellas surge, como una alternativa más, la gamificación. Una de las formas con las que inicialmente aprendemos es jugando. En el ámbito educativo la gamificación se refiere al uso de principios y elementos del juego para involucrar a los alumnos, motivarlos a la acción y promover el aprendizaje y la resolución de problemas (Kapp, 2012). Así, la gamificación proporciona al estudiante un sentimiento de control y autonomía, cambiando su comportamiento (Hamari y Koivisto, 2013). Permite el aprendizaje a su ritmo, recibiendo la retroalimentación de lo aprendido en el momento. De este modo, el estudiante pasa a tener un papel más activo en el proceso de enseñanza-aprendizaje y no ser un simple receptor de conocimiento. Se genera un clima de competitividad y/o cooperación orientado al logro de objetivos educativos determinados.

La motivación de los estudiantes al realizar la actividad gamificada es muy importante, pudiendo ser intrínseca o extrínseca. En la motivación intrínseca el estudiante realiza una actividad por la satisfacción de realizarla, mientras que la extrínseca proviene de factores externos, recompensas que proporcionan un placer o satisfacción que la tarea en sí misma no puede proporcionar. Entre estas recompensas podemos destacar insignias, puntos, niveles, recompensas, tablones de clasificación, competición, etc.

La gamificación funciona como una estrategia didáctica motivacional en el proceso de enseñanza-aprendizaje para

provocar comportamientos específicos en el estudiante dentro de un ambiente que le sea atractivo, que genere un compromiso con la actividad en la que participa y que apoye al logro de experiencias positivas para alcanzar un aprendizaje significativo. En esta metodología, el papel del profesor no sólo consiste en hacer la actividad más lúdica y divertida, sino que debe unir los elementos del juego, con actividades atractivas y retadoras, para que guíen la experiencia de los estudiantes hacia las competencias esperadas. Existen diversos recursos, aplicaciones, plataformas o herramientas que pueden utilizarse para optimizar la gamificación en una situación de aprendizaje (Hunicke et al., 2004) (Werbach y Hunter, 2005).

Otro de los aspectos clave a tener en cuenta a la hora de utilizar la gamificación en el aula es la evaluación, ligada a la retroalimentación que el estudiante recibe en el momento de su avance en el juego. El estudiante al participar en la actividad debe recibir evidencia de su avance, permitiendo tanto a él como al profesor una evidencia instantánea del avance y de lo aprendido (Shute, 2011).

Sin embargo, a pesar de que la aplicación de la gamificación ha sido ampliamente estudiada en las áreas de la informática o de la ingeniería, apenas existen estudios publicados en el área de la Química (Swacha, 2021) y más concretamente en el de la Química Orgánica, que nos ocupa en este trabajo.

Esta metodología va dirigida a estudiantes de segundo curso del grado en Ingeniería Química y ha sido desarrollada dentro de la asignatura de Química Inorgánica y Orgánica, que se imparte en el cuarto semestre del grado en Ingeniería Química en la Escuela Técnica Superior de Ingeniería y Diseño Industrial de la Universidad Politécnica de Madrid.

El principal objetivo es realizar distintas actividades dentro de la asignatura, con el fin de que los estudiantes estén motivados y adquieran los conocimientos necesarios para superar el curso.

## 2. CONTEXTO

La asignatura de Química Inorgánica y Orgánica es obligatoria para todos los estudiantes del grado en Ingeniería Química. Ésta se divide en dos partes: Química Inorgánica y Química Orgánica, que se imparten simultáneamente durante todo el cuarto semestre. Hay que resaltar que en dicha asignatura la parte de Química Inorgánica constituye el 30% de la asignatura y el 70% restante corresponde a la parte de Química Orgánica.

Los estudiantes pueden cursar la asignatura realizando evaluación continua o bien haciendo únicamente el examen final. Tal y como se recoge en la guía de aprendizaje de la asignatura<sup>8</sup>, los estudiantes que elijan la evaluación continua, tendrán que realizar tres exámenes parciales, que contarán un 70% de la nota final, correspondiendo el 30% restante a las calificaciones obtenidas en las actividades realizadas a lo largo del curso. Estas actividades están formadas por la resolución, entrega y exposición de problemas, los cuestionarios de Moodle (realizados de manera individual) y las acciones cooperativas (realizadas en grupos de 5-6 personas).

Respecto al 70% de la calificación relativa a los exámenes parciales, el primer examen constituye un 7% de la nota final

de la asignatura y el segundo y tercero suponen el 14% y 49% de la calificación final, respectivamente. En los tres exámenes los porcentajes de Química Inorgánica y Química Orgánica fueron de 30% y 70% respectivamente.

Teniendo en cuenta el porcentaje que tienen cada una de las partes evaluadas en la nota final de la asignatura, el objetivo de este proyecto ha sido la utilización de cuestionarios en Moodle, en los que han participado los estudiantes, como una nueva metodología de gamificación. Esta metodología se ha implantado únicamente en la parte de Química Orgánica de la asignatura.

## 3. DESCRIPCIÓN

Se realizaron dos cuestionarios para preparar los contenidos del primer y del tercer examen parcial de la asignatura. Estos cuestionarios constaban de una serie de preguntas en las que, en cada una de ellas, se ofrecían cuatro afirmaciones correspondientes a las características de un compuesto orgánico. Los ejercicios propuestos se diseñaron en forma de reto con pistas que les ayudaban a resolver el problema. Por lo tanto, los estudiantes mediante diferentes indicios, señales, propiedades, evidencias, debían deducir la solución de la cuestión planteada.

En todos los casos las afirmaciones de los cuestionarios tenían diferentes niveles de dificultad y estaban distribuidas al azar. Las preguntas se iban abriendo a medida que se realizaban las anteriores sin ningún tipo de restricción. Esto permitía que el estudiante avanzase en la resolución del cuestionario y no se quedase parado si no sabía contestar alguna pregunta.

Cada cuestionario constaba de una serie de preguntas tipo test en el que debían elegir entre tres opciones distintas. Un ejemplo de las preguntas incluidas en los cuestionarios se muestra en la figura 1.

1) Es un compuesto orgánico de fórmula molecular C5H11Cl

2) Tiene un carbono quiral

3) Cuando reacciona con potasa y etanol forma una olefina que presenta isomería geométrica

4) La síntesis de Wurtz forma 4,5-dimetil octano

Seleccione una opción:

a. 2-cloropentano ✓

b. 1-cloropentano

c. 3-cloropentano

**Figura 1.** Ejemplo de una pregunta incluida en los cuestionarios de Moodle.

Es importante destacar que los estudiantes una vez que comenzaban a realizar el cuestionario, tenían un máximo de tres horas para responder. En ambos casos, el nivel de dificultad de cada cuestionario se adecuó al temario explicado en clase hasta la fecha.

De las preguntas incluidas en los cuestionarios, se seleccionaron algunas para los correspondientes exámenes parciales, que tuvieron un valor de 4 puntos sobre 10 en los mismos.

En el examen se les presentaban las mismas afirmaciones que en los cuestionarios, pero no se les ofrecía ninguna opción de

respuesta, y, además de decir de qué compuesto se trataba, debían justificar cada una de las afirmaciones que hacían deducir el mismo.

#### 4. RESULTADOS

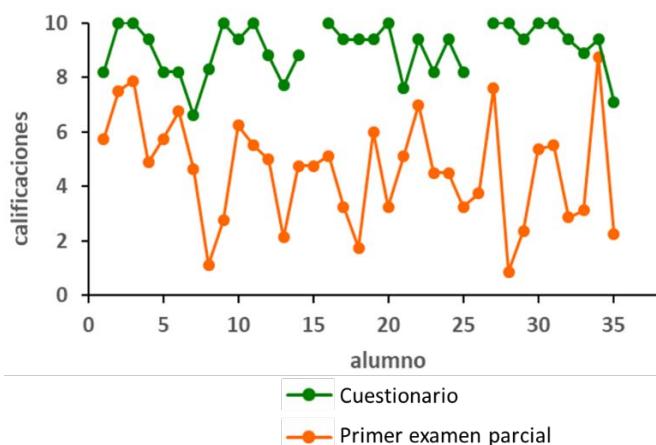
##### A. Resultados tras el primer examen

El primer examen parcial lo realizaron 56 estudiantes. Sin embargo, de ellos, sólo 35 siguieron la evaluación continua hasta el final del curso, por lo que para el análisis de los datos únicamente se han tenido en cuenta a estos 35. De estos 35 estudiantes, sólo dos no habían realizado el cuestionario previamente en Moodle (estudiantes 15 y 26). Tal y como se puede ver en la figura 2 la mayoría (más del 90%) lograron en el cuestionario una nota superior a 8 y muchos de ellos obtuvieron 10 (figura 2, línea verde). Sin embargo, si se analizan las calificaciones obtenidas por los estudiantes en el examen, se puede ver en la calificación del examen que 19 de los 35 estudiantes suspendieron y sólo cinco consiguieron una calificación superior a 7 (figura 2, línea naranja).

Destaca el caso de los estudiantes 9, 18 y 29, quienes obtuvieron en el cuestionario una calificación superior a 9 y en el examen no llegaron a 3. Además, al analizar el tiempo que estos estudiantes necesitaron para resolver el cuestionario en Moodle llama la atención que tardaron menos de 4 minutos.

Cabe resaltar que los dos estudiantes que no realizaron el cuestionario previamente, suspendieron el parcial.

En contrapartida, cabe destacar el estudiante 34, quien obtuvo en el cuestionario un 9,4 y en el examen un 8,75.



**Figura 2.** Calificaciones obtenidas por los estudiantes en el primer cuestionario (verde) y en el primer examen parcial (naranja).

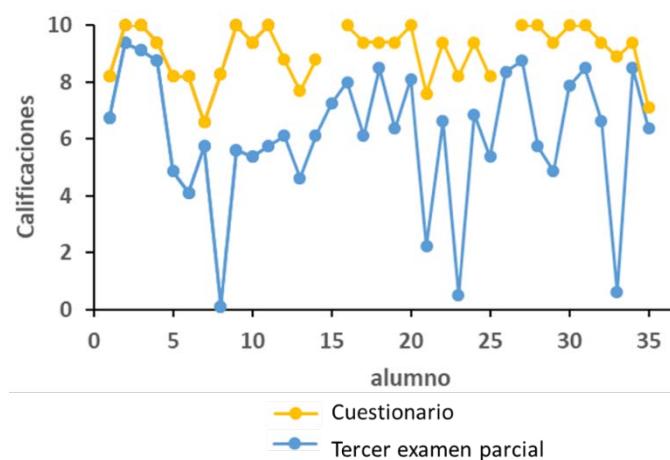
##### B. Resultados tras el tercer examen

Al igual que se hizo en el primer examen parcial, unos días antes del tercer examen parcial, se puso en la plataforma Moodle un cuestionario que debían resolver los estudiantes como ensayo para el tercer y último parcial. De nuevo, más del 90% de las calificaciones del cuestionario superaron el 8 y los mismos estudiantes que no realizaron el cuestionario la vez

anterior tampoco lo realizaron en esta ocasión (figura 3, línea amarilla).

En el tercer examen parcial se pusieron siete de las cuestiones que previamente habían realizado los estudiantes en el cuestionario, otorgándoles 4 puntos en el examen, al igual que la vez anterior. De esta forma, los estudiantes que no hubiesen realizado el cuestionario podían aprobar el examen. Además, los estudiantes que sí hubiesen realizado el cuestionario no podían aprobar el examen si únicamente respondían a las preguntas relativas al cuestionario.

En esta ocasión, las calificaciones obtenidas fueron mejores, tal y como puede observarse en la figura 3 (línea azul), ya que 28 estudiantes de los 35 analizados aprobaron el examen y 12 de ellos con una nota superior a 7.



**Figura 3.** Calificaciones obtenidas por los estudiantes en el segundo cuestionario (amarillo) y en el tercer examen parcial (azul).

Vuelve a llamar la atención el caso de los estudiantes 8, 21, 23 y 33, que, a pesar de haber obtenido una excelente nota en el cuestionario, sus calificaciones en el examen no superaron el tres.

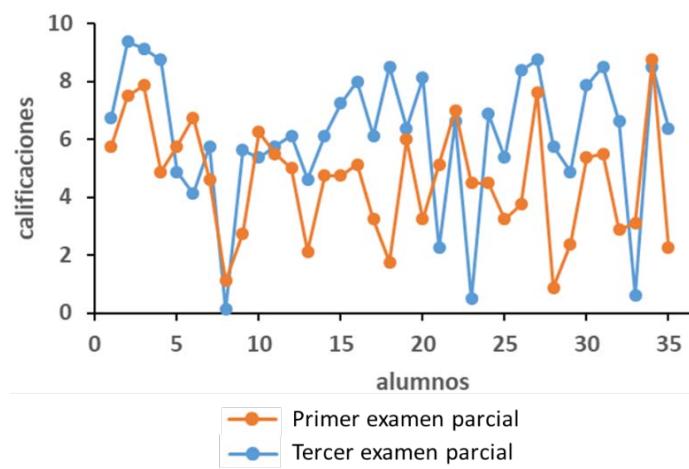
En este examen parcial, los dos estudiantes que realizaron el examen sin haber hecho el cuestionario (al contrario que en el primer parcial) obtuvieron una calificación superior a 7.

##### C. Análisis comparativo de los dos exámenes

Los estudiantes 2, 3, 27 y 34 obtuvieron en los dos exámenes de clase una calificación superior a 7. Cabe señalar el caso de los estudiantes 4, 15, 16, 18, 20, 26, 30 y 31 que han realizado mucho mejor el tercer parcial que el primero, teniendo en cuenta que los estudiantes 15 y 26 no realizaron los cuestionarios previos de Moodle.

Estos resultados (figura 4) muestran que para algunos estudiantes el hecho de haber realizado los cuestionarios previamente a través de la plataforma Moodle fue algo positivo y, además, viendo los malos resultados obtenidos tras el primer

parcial reaccionaron y mejoraron sus resultados para el tercer examen. Es necesario tener en cuenta la importancia que los estudiantes dan al porcentaje sobre la nota final de los exámenes parciales, ya que el tercer parcial tenía un porcentaje mayor en la nota final y eso probablemente fue otro factor que contribuyó a la mejora de las calificaciones obtenidas. En relación a esto último se puede explicar el caso de los estudiantes 15 y 26, quienes a pesar de no realizar los cuestionarios en Moodle y suspender el primer parcial superaron con buena nota el tercero, demostrando que en definitiva lo más importante es el trabajo personal de los estudiantes.



**Figura 4.** Comparación entre las calificaciones obtenidas en el primer examen parcial (naranja) y el tercer examen parcial (azul).

#### D. Encuesta de satisfacción realizada a los estudiantes tras los cuestionarios y parciales

Tras la realización de cada uno de los dos exámenes parciales y de su correspondiente cuestionario previo, se hizo una encuesta de satisfacción. Por tanto, se realizaron dos encuestas, una por cada uno de los exámenes. En ella, se pedía que los estudiantes evalúasen la metodología de gamificación empleada en la asignatura.

Las encuestas constaban de una serie de preguntas que los estudiantes debían responder SI, NO, o NS/NC. A continuación, y a modo de ejemplo se muestran las preguntas 3, 4, 5 y 6

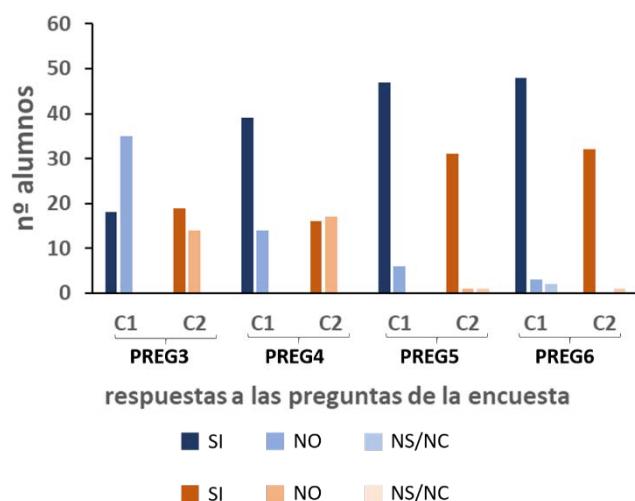
*PREGUNTA 3: ¿Respondió a las preguntas del cuestionario de forma individual?*

*PREGUNTA 4: ¿Respondió a las preguntas del cuestionario con compañeros?*

*PREGUNTA 5: ¿Opina que las preguntas del cuestionario se pueden justificar con lo explicado en clase?*

*PREGUNTA 6: ¿Considera que se deberían seguir realizando este tipo de cuestionarios?*

En la figura 5 se recogen los resultados de las preguntas anteriores en las dos encuestas de satisfacción realizadas.



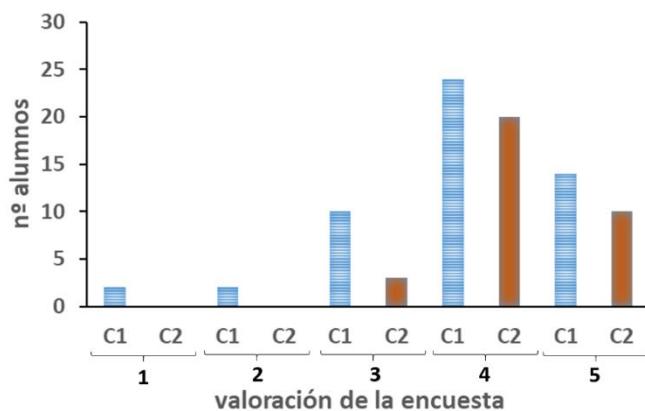
**Figura 5.** Comparación entre las respuestas de los estudiantes en la primera encuesta de satisfacción tras el primer parcial (gama de azules) y la segunda encuesta (gama naranja).

La primera encuesta la realizaron 53 estudiantes, que realizaron tanto el primer cuestionario como el primer examen. Como la encuesta fue anónima no se pudo descartar a aquellos estudiantes que luego no continuaron con la evaluación continua y, para el análisis de los resultados de la encuesta se tuvieron en cuenta a los 53 estudiantes. La segunda encuesta sólo la realizaron 33 alumnos, ya que como se ha indicado, dos de los estudiantes que se presentaron al último examen no habían realizado los cuestionarios previos en Moodle y, por tanto, no podían evaluar esta metodología.

De las preguntas formuladas en la encuesta se deduce que los alumnos han encontrado el método de gamificación como una buena herramienta para incentivar el estudio de los conocimientos de Química Orgánica adquiridos durante las clases teóricas y que el nivel de los cuestionarios se ajusta a lo explicado en clase. Algunos de ellos, reconocen haber realizado el cuestionario de forma individual y otros en grupo, lo cual puede resultar positivo, pues pueden ayudarse unos compañeros a otros, aplicando así el aprendizaje entre iguales.

Es importante resaltar que de los 33 estudiantes que realizaron la segunda encuesta, 32 recomiendan que esta actividad se implemente de nuevo en los próximos cursos.

En la última pregunta de la encuesta de satisfacción los alumnos debían hacer una valoración de la gamificación, valorando de 1 (menor puntuación) a 5 (mayor puntuación) si, a su juicio, había resultado útil la gamificación como herramienta educativa. En la figura 6, se puede apreciar la buena aceptación por parte de los alumnos de esta herramienta educativa.



**Figura 6.** Valoración de los estudiantes a la gamificación tras la primera experiencia (azul rallado) y la segunda (marrón).

Finalmente, se explicó a los estudiantes que podían hacer algún comentario, de forma anónima, sobre este nuevo método de aprendizaje. Hay que destacar que prácticamente todos los estudiantes incluyeron comentarios al final de la encuesta y todos ellos fueron altamente positivos. Los estudiantes valoraron esta iniciativa como una muy buena idea, que los ha motivado y animado hacia el estudio de la Química Orgánica.

Es especialmente significativa la valoración de algunos estudiantes que cursaron la asignatura por segunda vez; como estudiantes de segunda matrícula consideraron que la introducción de los cuestionarios ha sido una excelente medida de aprendizaje, opinando que la respuesta múltiple da una pequeña orientación general, pero si se prueba cada pista rigurosamente se ve con mucha claridad la solución final. Consideran que esta metodología basada en la gamificación ha sido una gran mejora en las clases respecto al año anterior, que les ha servido para de verdad comprender y manejar herramientas y mecanismos de la Química Orgánica. Por ello, algunos estudiantes incluso sugirieron que se realizaran más cuestionarios desde el comienzo de la asignatura ya que opinan que es un buen método de estudio.

## 5. CONCLUSIONES

En este trabajo se ha presentado una metodología de aprendizaje basada en la elaboración de cuestionarios para ayudar a los estudiantes a trabajar la asignatura de Química Inorgánica y Orgánica en su parte Orgánica utilizando Moodle como herramienta de gamificación. En el análisis de los resultados de esta metodología, se puede ver la evolución de los estudiantes a lo largo del semestre y cómo gracias a la implantación de esta nueva herramienta, el conocimiento que han adquirido los estudiantes ha ido en aumento, quedando claramente reflejado el resultado en el último examen de clase, donde 28 estudiantes de los 35 aprobaron el examen y 12 de ellos con una nota superior a 7. Si bien es verdad el caso de los estudiantes 15 y 26, quienes a pesar de no haber realizado ninguno de los dos cuestionarios y suspender el primer parcial, obtuvieron buena nota en el tercer parcial y aprobaron la asignatura por curso. Esto demuestra que, si los estudiantes estudian, están motivados y tienen ganas de aprender,

adquirirán los conocimientos necesarios y aprobarán la asignatura.

Lo importante es que los estudiantes sean conscientes de que los cuestionarios son una ayuda, pero al ser tipo test, no deben quedarse únicamente en la respuesta, sino que deben ser capaces de analizar en profundidad cada una de las afirmaciones que se les presentan, quedando así constancia de que han entendido todos los conceptos explicados en la asignatura.

Al tratarse de cuestionarios realizados en la plataforma Moodle, esta metodología podría ser implantada en otras asignaturas del grado en Ingeniería Química. Es una herramienta sencilla de utilizar para los alumnos, pudiendo realizar los cuestionarios desde la Universidad o desde otro lugar, y como ya también se ha mencionado, pudiendo realizarlos de manera individual o con otros compañeros.

## AGRADECIMIENTOS

Se agradece a la Universidad Politécnica de Madrid la financiación recibida en el proyecto “Actividades de Gamificación como complemento en el aprendizaje y la evaluación de asignaturas de Grado”. Código: IE1819.5608.

## REFERENCIAS

- Albéniz, J. Barajas, R., Carrillo, I. y Saavedra, P. (2009) Diseño e implantación del Sistema Europeo de Transferencia de Créditos (ECTS) en una Asignatura de Química para Estudiantes de Ingeniería. Formación Universitaria. 2 (3), 11-17.
- Carrillo, I., Saavedra, P., Barajas, R., Reinoso, C. & Albéniz, J. (2007). Acciones cooperativas, hacia el nuevo sistema ETCS, en la asignatura Principios de los procesos químicos. IV Jornadas Internacionales de Innovación Universitaria, Villaviciosa de Odón (Madrid), 12-13 de julio.
- Hamari, J. & Koivisto, J. (2013). Social motivations to use gamification: An empirical study of gamifying exercise. ECIS Proceedings of the 21st European Conference on Information Systems. Utrecht, The Netherlands.
- [http://aisel.aisnet.org/cgi/viewcontent.cgi?article=1328&context=ecis2013\\_cr](http://aisel.aisnet.org/cgi/viewcontent.cgi?article=1328&context=ecis2013_cr)
- Hunicke, R.; LeBlanc, M.; Zubek, R. MDA: A formal approach to game design and game research. Memorias en Challenges in Gameen Proceedings of the AAAI Workshop on Challenges in Game AI. 4 (2004) 1-5.
- Kapp, K. (2012). The Gamification of Learning and Instruction. Game-based methods and Strategies for Training and Education. New York, USA: John Wiley & Sons Inc.
- Shute, V. (2011). Stealth assessment in computer-based games to support learning. Computer games and instruction. 55(2), 503-524.
- Swacha, J. (2021). State of Research on Gamification in Education: A Bibliometric Survey. Education Science 11, 69.

Werbach, K. y Hunter, D. (2015). The Gamification Toolkit:  
Dynamics, Mechanics, and Components for the Win.  
Wharton Digital Press.