

Gamificación en la asignatura de Química

Gamification in Chemistry Course

M. Ruiz-Santaquiteria, N. Merayo, P. Díaz, J. Albéniz, I. Carrillo, R. Barajas, P. Saavedra.
m.ruizsantaquiteria@upm.es, n.merayo@upm.es, paloma.diaz@upm.es, javier.albeniz@upm.es, isabel.carrillo@upm.es,
rosa.barajas@upm.es, pilar.saavedra@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 que se imparte en el primer semestre (primer curso) de todos los grados impartidos en la Escuela Técnica Superior de Ingeniería y Diseño Industrial (ETSIDI). Esta metodología se ha implementado durante la realización de las Acciones Cooperativas, que todos los estudiantes realizan durante el curso, en el caso de que decidan cursar la asignatura mediante evaluación continua. La metodología ha estado basada principalmente en la realización de diferentes tipos de cuestionarios resueltos en grupos de 5-6 estudiantes, con el fin de comprobar si habían entendido los conceptos tratados hasta la fecha. Las herramientas empleadas para llevar a cabo esta metodología se han desarrollado con un alto grado de participación y han sido altamente valoradas por los estudiantes. Hay que destacar, que los estudiantes que participaron en esta experiencia superaron el curso de manera satisfactoria.

Palabras clave: gamificación, trabajo cooperativo, Química.

Abstract- This work highlights the results of the implementation of gamification technique, as a complement in the Chemistry course, taught in the first semester (first year) of all degrees at Escuela Técnica Superior de Ingeniería y Diseño Industrial (ETSIDI). This methodology was implemented during the cooperative activities, performed by all the students along the course, when they select continuous evaluation for this subject. Methodology was mainly based on the performance of different types of questionnaires solved by groups of 5-6 students in order to determine if these students understood the course contents taught to date. The methodology has been developed with high degree of participation and positively valued by the students. Moreover, students who participated in this gamification experience passed the course successfully.

Keywords: gamification, cooperative work, Chemistry.

1. INTRODUCCIÓN

El término “gamificación” es bastante reciente, es un anglicismo, que proviene del inglés “gamification”. Deterding et al. (2011) la definen como «*the use of game designs elements, characteristic for games, in non-game contexts*». Comenzó a utilizarse en los negocios para referirse a la aplicación de

elementos del juego con el fin de atraer, animar y persuadir a los usuarios para realizar cierta acción.

La gamificación, por tanto, consiste en el uso de mecánicas, elementos y técnicas de diseño de juegos en otros contextos distintos a los juegos, con el propósito de involucrar a los usuarios a resolver problemas y enriquecer la experiencia de aprendizaje (Zichermann, 2011; Werbach y Hunter, 2012). 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). Proporciona al estudiante un sentimiento de control y autonomía, cambiando su comportamiento (Hamari y Jonna, 2013).

Esta metodología se diferencia de otras que hacen uso del juego con el propósito de motivar el aprendizaje tales como: **Aprendizaje basado en Juegos** (*Game-based Learning*), utilización del juego como medio de instrucción, por ejemplo, *Angry birds* para enseñar tiro parabólico, y **Juegos serios** (*Serious Games*), juegos tecnológicos pensados, diseñados y creados con fines educativos e informativos, por ejemplo, un simulador (“Gamificación”, 2016; Borrás, 2015, Marcano, 2008).

La gamificación funciona como una estrategia didáctica motivacional en el proceso de enseñanza-aprendizaje para provocar comportamientos específicos en el alumno 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 (Nah et al, 2014). Por tanto, la motivación y la diversión deben estar siempre presentes, así como el hecho de involucrar a los estudiantes en este proceso. De hecho, Nah et al. (2014) muestran en su revisión sobre la aplicación de la gamificación en la educación, que prácticamente la totalidad de los trabajos publicados resaltan el aumento de compromiso, diversión e interés por la asignatura de los estudiantes como resultado de aplicar la gamificación. Sin embargo, cabe señalar

que no en todos los casos los estudiantes se interesan en este tipo de metodologías, especialmente si su experiencia académica previa es tradicional (Berkling and Thomas, 2013). Existen diferencias en la bibliografía respecto a la mejora de los resultados académicos de los estudiantes cuando se aplica la gamificación, por ejemplo, Barata et al. (2013) no observaron mejoras en las puntuaciones de los estudiantes aplicando la gamificación, mientras que Betts et al. (2013) observaron que existía correlación entre el grado de participación de los estudiantes y las puntuaciones alcanzadas.

Para diseñar una estrategia de gamificación es necesario conocer los elementos de los juegos tales como: metas y objetivos, reglas, narrativa, libertad de elegir, libertad para equivocarse, recompensas, retroalimentación, estatus visible, cooperación y competencia, restricción de tiempo, progreso y sorpresa (Nah et al., 2014).

Para la implementación de la gamificación, hay que considerar las diferentes etapas por las que pasará el estudiante guiado por el profesor: Introducir el juego, reglas (descubrimiento), enfrentar al jugador a una situación o problemática (entrenamiento), dirigir el proceso, retroalimentación y guías (andamiaje) y, por último, crear las condiciones para que el estudiante avance en el juego (dominio).

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, 2015).

No es viable predecir si la aplicación de esta metodología daría lugar a una mejora de los resultados académicos de los estudiantes, aunque sí es predecible esperar una mejora en la predisposición de estos hacia la asignatura. Aunque la aplicación de la gamificación ha sido ampliamente estudiada en el área de informática, y también hay bastantes estudios en el área de ingeniería, sin embargo, apenas existen estudios publicados en el área de Química (Swacha, 2021), que es la asignatura objeto del presente trabajo.

2. CONTEXTO

La gamificación se llevó a cabo en la asignatura de Química que se imparte en el primer semestre y es común para todos los grados de la Escuela Técnica Superior de Ingeniería y Diseño Industrial (ETSIDI). De los aproximadamente 600 estudiantes que cursan esta asignatura en dicho semestre, esta experiencia se implantó en los grados de “Ingeniería Química” y de “Ingeniería Electrónica Industrial y Automática”, que componen un total de 120 estudiantes.

Esta metodología se implementó como parte de las acciones cooperativas (Carrillo et al., 2007), que es una de las actividades

cooperativas que realizan los estudiantes que siguen la asignatura por evaluación continua. Esta actividad consiste en la realización en pequeños grupos (4-6 estudiantes) de problemas propuestos por el profesor y relacionados con la parte del temario que se imparte en ese momento en la asignatura, actuando el profesor como apoyo para la resolución de dudas durante la sesión. Como consecuencia, se fomentan el trabajo en equipo y el aprendizaje entre pares. Durante el curso de Química se realizan 5 acciones cooperativas. Como parte de cada sesión de acciones cooperativas se realizaron las correspondientes 5 sesiones de gamificación, repartidas a lo largo del semestre, en las que trabajaban en grupos cooperativos (los mismos en los que están distribuidos en las acciones cooperativas).

Uno de los objetivos de implantar la actividad de gamificación es comprobar si los estudiantes habían entendido los conceptos estudiados, aplicando un ambiente divertido y que les motivase a participar. La gamificación se implementó mediante el uso de diferentes herramientas, como son las aplicaciones virtuales, plataforma kahoot (web kahoot) (utilizada en las sesiones 1 y 4 de gamificación) y plataforma quizzz (web quizzz) (para la sesión 2 de gamificación). Por otro lado, se utilizó una prueba basada en un laberinto que los estudiantes debían rellenar y resolver en papel (empleado en las sesiones 3 y 5 de gamificación). Los contenidos de Química que se incluyeron en las actividades fueron: preparación de disoluciones, enlace químico, cinética química, termodinámica, ácido-base y redox, que son fundamentalmente los temas principales que se recogen en la guía de aprendizaje de esta asignatura.

3. DESCRIPCIÓN

A continuación, se describen cada una de las actividades implementadas en la gamificación.

A. Sesiones 1 y 4: Cuestionario con kahoot

En las sesiones 1 y 4 de gamificación se realizaron cuestionarios con la herramienta kahoot. Estos cuestionarios consistieron en 5 preguntas con un tiempo máximo para responder, dependiendo de la dificultad de la pregunta. En general, si era una pregunta de contenido teórico se dejaba 1 ó 2 minutos para responder, mientras que si la respuesta requería de algún pequeño cálculo el tiempo oscilaba entre 4 y 5 minutos. Es importante destacar que todos los equipos respondían en un tiempo inferior al que se había establecido.

A la hora de la puntuación, esta herramienta puntúa en función del número de respuestas correctas, el tiempo empleado en responder y la concatenación de respuestas correctas, teniendo mayor puntuación los grupos que respondieron correctamente en un menor tiempo y acertando más veces seguidas.

Un ejemplo de pregunta planteada en la sesión 1, relativa a estequiometría y preparación de disoluciones se muestra en la Figura 1.



Figura 1. Pregunta del cuestionario kahoot de la sesión 1 de gamificación.

B. Sesión 2: Cuestionario con quizizz

En la sesión 2 de gamificación se utilizó quizizz para la creación del cuestionario relacionado con la parte de la asignatura de enlace, geometría y polaridad. Esta herramienta nuevamente permite limitar el tiempo de respuesta y, al igual que en el caso anterior (kahoot), se adaptó en función de las preguntas formuladas. Un ejemplo de las cuestiones que se incluyeron y el tiempo máximo para su respuesta se recogen en la Figura 2.

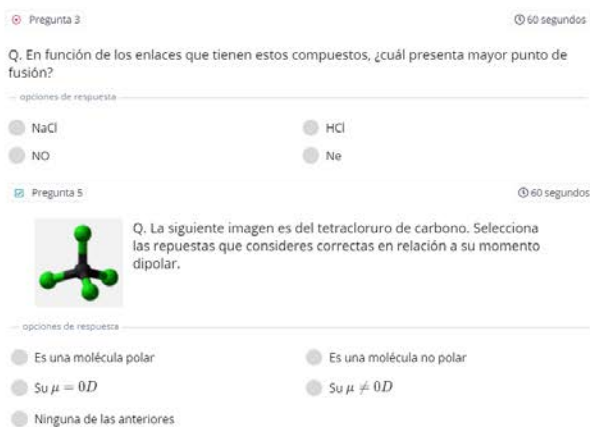


Figura 2. Cuestiones formuladas con quizizz

C. Sesiones 3 y 5: Actividad del laberinto

En las sesiones 3 y 5 de gamificación se implementó esta actividad que consistió en una serie de preguntas dispuestas en forma laberíntica, en la que, para cada pregunta, se ofrecen dos respuestas distintas. La elección de una respuesta lleva a una nueva pregunta que ha de responderse, y así sucesivamente, hasta llegar al final. Existen varios caminos, no todos correctos, para llegar al final del juego, por lo que el hecho de que los estudiantes llegasen al término del juego no implicaba que todas las respuestas fueran correctas.

Los temas tratados en estas sesiones fueron los de termodinámica y cinética en la sesión 3; y reacciones de oxidación-reducción en la sesión 5. Un ejemplo del cuestionario del laberinto se muestra en la Figura 3.

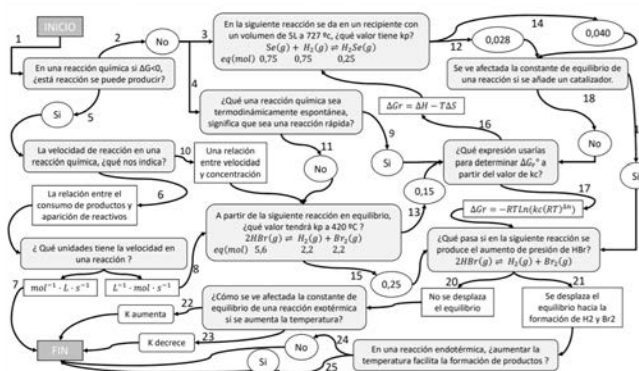


Figura 3. Cuestionario en forma de laberinto propuesto en la sesión 3.

En este caso, como los estudiantes entregaron las respuestas en papel, los profesores apuntaron el orden de entrega y fueron puntuando teniendo en cuenta el orden de entrega y el número de respuestas correctas, dando prioridad en este caso al número de respuestas correctas frente a la rapidez de entrega.

D. Asignación de las puntuaciones a los equipos

El juego consistía en una competición entre los grupos de estudiantes (estos se mantenían a lo largo del curso), obteniendo puntuaciones en las diferentes sesiones de gamificación y ganando el grupo que al final de curso obtuviese la mayor puntuación. Se pretendía mantener a los estudiantes alerta, motivados y con ganas de querer ser los mejores.

La manera de puntuar fue la siguiente:

-En la sesión 1, se asignaron puntuaciones entre 1 y 6 a los seis grupos que competían, de manera que el grupo que mejor resultado había obtenido en el kahoot conseguía los 6 puntos y el grupo con peor resultado conseguía sólo 1 punto.

-En la sesión 2 se asignaron puntuaciones entre 2 y 12 puntos. El grupo con mejor resultado en el quizizz obtuvo 12 puntos, el siguiente 10 puntos, y así sucesivamente hasta llegar al grupo que menor puntuación obtuvo, que fueron 2 puntos.

-En la tercera sesión se asignaron puntuaciones entre 3 y 18 puntos. Siguiendo el criterio anterior, el grupo que alcanzó la máxima puntuación en la actividad del laberinto consiguió 18 puntos, el siguiente 15 puntos y así hasta llegar al grupo que peores resultados tuvo, el cual consiguió únicamente 3 puntos.

-En la sesión 4 se asignaron puntuaciones entre 4 y 24 puntos, siguiendo los criterios anteriormente comentados: el grupo con mejores resultados en el cuestionario kahoot obtuvo 24 puntos y el peor 4 puntos.

-En la quinta sesión se asignaron puntuaciones entre 5 y 30 puntos. El grupo con los mejores resultados en la actividad del laberinto alcanzó 30 puntos y el grupo con peores resultados obtuvo 5 puntos.

Las puntuaciones de cada semana se iban sumando, obteniendo al final del curso una puntuación total para cada grupo. Esta manera de puntuar permitió que los estudiantes que en los primeros cuestionarios no hubieran obtenido buenos resultados, tuvieran todavía la oportunidad de seguir compitiendo con el resto y no abandonasen el curso ni la gamificación. Además, la razón por la que se puntuó más las pruebas a medida que se iba avanzando en el curso era que el

temario era cada vez más amplio y siempre podía preguntarse en los cuestionarios conceptos que se habían visto ya previamente a lo largo de la asignatura.

Con el fin de fomentar y motivar la participación de los estudiantes en esta actividad, se les indicó a principio de curso que se asignaría un punto extra en la evaluación continua al grupo de estudiantes que mejor resultado obtuviese a lo largo de todo el curso, y medio punto extra al grupo que quedase en segundo lugar.

4. RESULTADOS

En este apartado se recogerán los principales resultados obtenidos de la gamificación realizada en las acciones cooperativas, así como de las encuestas realizadas a los estudiantes en la última sesión.

Resultados de la gamificación

Uno de los aspectos que se evaluó una vez finalizado el curso fueron los porcentajes de aprobados en los dos grados en los que se implantó la gamificación. En la Tabla 1 se recogen los resultados obtenidos en el curso en el que se realizó la gamificación y el promedio de los resultados en los cuatro cursos anteriores. Se ha considerado el porcentaje de aprobados en primera convocatoria, mayoritariamente estudiantes que siguen la evaluación continua y son los cursos previos al Covid-19. Son estudiantes de primero con notas de corte similares en los cursos estudiados: $10,36 \pm 0,13$ para el grado en Ingeniería Electrónica Industrial y Automática y $8,64 \pm 0,41$ para el grado en Ingeniería Química.

Tabla 1. Promedio de porcentaje de aprobados en los cuatro cursos anteriores al cual se aplicó la gamificación y porcentaje de aprobados aplicando la gamificación.

	Promedio aprobados en evaluación continua	Aprobados aplicando gamificación
Ingeniería Electrónica Industrial y Automática	45 % ± 4,5	53 %
Ingeniería Química	44 % ± 11	37 %

En la Tabla 1 se puede observar que existe una mayor variabilidad en los resultados obtenidos en el grado en Ingeniería Química (desviación de 11 puntos) respecto a los obtenidos en grado en Ingeniería Electrónica Industrial y Automática (desviación de 4,5 puntos), lo que también se observa en las notas de corte de entrada a dichos grados. Al comparar la media del porcentaje de aprobados obtenidos en ambos grados con los del curso en el que se aplicó la gamificación, se observa que, en el caso del grado en Ingeniería Química, no existe una diferencia estadísticamente significativa en los resultados obtenidos, si bien el porcentaje de aprobados estuvo por debajo del valor medio, mientras que, en el grado en Ingeniería Electrónica Industrial y Automática sí existe un aumento estadísticamente significativo del porcentaje de aprobados aplicando la gamificación. Sin

embargo, el aumento en el número de aprobados no supuso un aumento significativo en la nota media de los estudiantes que siguieron la evaluación continua, que pasó en el curso anterior a la gamificación de un $4,4 \pm 2,1$ a un $4,8 \pm 1,7$ en el curso siguiente, en el que se aplicó la gamificación.

Si bien es cierto que la aplicación de la gamificación en el aula no es suficiente para superar el curso con éxito, hay estudiantes, para los que la gamificación supone un punto de motivación y esfuerzo por seguir la asignatura al día, lo que se ve reflejado en los resultados, incrementándose así el número de aprobados, al menos en algunos casos. Los que queda claro es que la mejora de resultados no es extrapolable a otros grados, y es necesario hacer pruebas en cada caso.

La asignación de medio punto y un punto extra en la calificación de la evaluación continua supuso una alta participación de estudiantes en esta actividad, por lo que se valoró como una experiencia muy positiva. Sin embargo, estos incrementos en las calificaciones no implicaron grandes cambios en la calificación final para la mayoría de los estudiantes, ya que el 54% de los que recibieron algún punto extra ya habían aprobado el curso con las calificaciones obtenidas en exámenes, entrega de trabajos, calificación del laboratorio, etc. El 33% suspendieron la asignatura, pues el hecho de una pequeña subida no implicó cambios en su resultado final. Sólo el 13% de los estudiantes que recibieron alguna puntuación extra consiguieron aprobar gracias a esta subida (Figura 4).

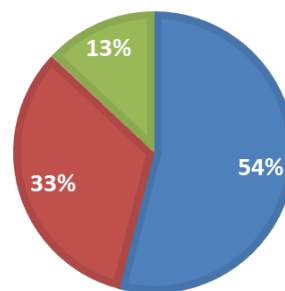


Figura 4. Resultados obtenidos por los estudiantes en la evaluación continua que consiguieron puntuación extra con la actividad de gamificación (azul: estudiantes aprobados; rojo: estudiantes suspensos; verde: estudiantes suspensos que aprobaron gracias a la puntuación extra de gamificación).

Resultados de las encuestas realizadas a los estudiantes

Durante la última sesión de gamificación, se pidió a los estudiantes que participasen en una encuesta sobre la gamificación que habían realizado a lo largo del semestre, con el objetivo de que conocier qué tipo de gamificación les había resultado más útil y, si en general, esta metodología les había resultado eficaz. Las preguntas formuladas se recogen en la tabla 2.

Tabla 2. Preguntas formuladas en la encuesta a los estudiantes.

Q1	La gamificación te ha parecido una herramienta útil para entender mejor los conceptos estudiados en la asignatura.
Q2	¿Consideras que los minijuegos empleados son los adecuados para contribuir al aprendizaje de los contenidos de la asignatura dentro de la gamificación?
Q3	Evalúe del 1 al 4, donde 1 es la nota más baja y 4 la más alta, la calidad del minijuego empleado en la acción cooperativa 1.
Q4	Evalúe del 1 al 4, donde 1 es la nota más baja y 4 la más alta, la calidad del minijuego empleado en la acción cooperativa 2.
Q5	Evalúe del 1 al 4, donde 1 es la nota más baja y 4 la más alta, la calidad del minijuego empleado en la acción cooperativa 3.
Q6	Evalúe del 1 al 4, donde 1 es la nota más baja y 4 la más alta, la calidad del minijuego empleado en la acción cooperativa 4.
Q7	Evalúe del 1 al 4, donde 1 es la nota más baja y 4 la más alta, la calidad del minijuego empleado en la acción cooperativa 5.
Q8	¿Cuál de los tipos de minijuegos te ha gustado más?
Q9	La experiencia de gamificación me ha animado a seguir la asignatura en la evaluación continua y a estudiar para intentar aprobar en la convocatoria de febrero

Los resultados de las preguntas Q1, Q2, Q8 y Q9 se recogen en la Figura 5, donde se puede observar que para la mayoría de los estudiantes esta experiencia ha resultado satisfactoria. Más del 80% ha valorado esta metodología de manera satisfactoria y muy satisfactoria como una herramienta útil para entender mejor los conceptos estudiados en la asignatura (Q1), y casi el 90% han valorado de manera positiva o muy positiva el tipo de actividades que se utilizaron para contribuir al aprendizaje de los contenidos de la asignatura dentro de la gamificación (Q2). También se les preguntó por el tipo de actividad que les había gustado más (Q8), donde se observa que para la mayoría era el cuestionario empleando kahoot, ya que más del 50% de los estudiantes se inclinaron por este tipo de herramienta, mientras que el menos valorado por los estudiantes fue el cuestionario empleando quizizz (menos del 20% lo eligieron). Esto probablemente se deba a que para ellos el kahoot es el más familiar, ya que cuando iniciamos el curso pudimos conocer que la gran mayoría de los estudiantes ya lo había utilizado alguna vez en otras asignaturas e incluso en cursos previos.

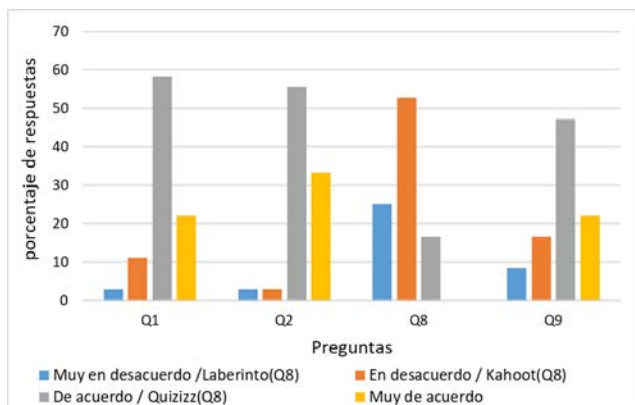


Figura 5. Resultados de la encuesta a los estudiantes a las preguntas Q1, Q2, Q8 y Q9.

En las preguntas Q3-Q7 se pidió a los estudiantes que evaluaran la calidad de cada una de las actividades en cada sesión de gamificación (Figura 6), en una escala del 1 al 4, siendo 1 la puntuación más baja y 4 la más alta. Tal y como ya se ha mencionado anteriormente, en las sesiones 1 y 4 se aplicó el cuestionario con kahoot (Q3 y Q6, respectivamente), en las sesiones 3 y 5 se utilizó el laberinto (Q5 y Q7, respectivamente), y en la sesión 2 se utilizó el cuestionario con quizizz (Q4).

A pesar de que la gran mayoría habían valorado mucho mejor el cuestionario con kahoot respecto a los otros dos (Figura 5, Q8), al ser preguntados de forma individual para cada sesión de gamificación (Figura 6), todos los estudiantes valoraron de manera positiva cada actividad; ya que, en todas ellas, más del 78% de los estudiantes lo valoraron con puntuaciones entre 3 y 4.

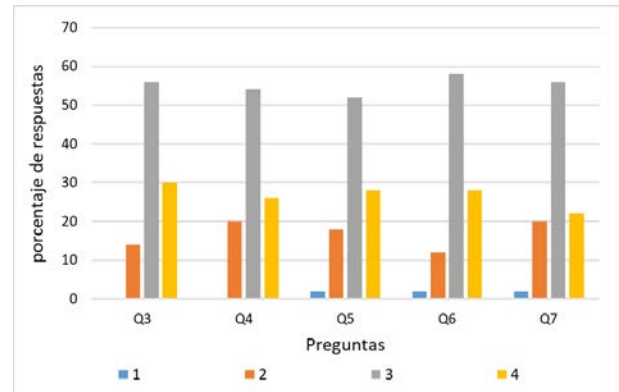


Figura 6. Resultados de la encuesta a los estudiantes a las preguntas Q3-Q7.

5. CONCLUSIONES

La gamificación realizada ha sido bien acogida por los estudiantes. De los tres tipos de actividades propuestas, la mejor valorada por los estudiantes han sido los cuestionarios empleando kahoot. Cabe destacar, tal y como ya se ha mencionado, que la mayoría de los estudiantes ya habían empleado en algún momento dicha herramienta y conocían su funcionamiento. Es importante, también, decir que el hecho de que los cuestionarios de kahoot tengan un tiempo limitado de respuesta, no ha supuesto ningún problema para los estudiantes, ya que todos los equipos resolvieron y respondieron a las cuestiones en un tiempo inferior al proporcionado, lo que centra el factor tiempo en la competencia que se establece entre ellos, para ser más rápidos que sus compañeros.

Aunque la puntuación extra otorgada a los grupos ayudó en algunos casos a que los estudiantes pudieran superar el curso, la realidad es que la mayoría de los estudiantes que recibieron algún punto extra en la calificación ya lo habían aprobado. Lo que sí se puede observar es que, para el grado en Ingeniería Electrónica Industrial y Automática, se produjo un aumento del porcentaje de aprobados en evaluación continua por lo que se puede deducir que aumentó la cantidad de estudiantes que se animaron a llevar la asignatura al día. Sin embargo, en el grado en Ingeniería Química esto no se observaron diferencias significativas respecto a cursos anteriores. Lo que sí se consiguió en ambos casos fue una respuesta positiva por parte de los estudiantes.

Esta metodología podría ser aplicada tanto en esta asignatura en próximos cursos como en otras asignaturas, adaptando los cuestionarios elegidos al temario de cada una de ellas.

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

- Barata, G., Gama, S., Jorge, J. & Goncalves, D. (2013). Engaging Engineering Students with Gamification. In 5th International Conference on Games and Virtual Worlds for Serious Applications, pp. 1–8.
- Berkling, K. & Thomas, C. (2013). Gamification of a Software Engineering Course. In International Conference on Interactive Collaborative Learning, pp. 525–530.
- Betts, B.W., Bal, J. y Betts, A.W. (2013). Gamification as a Tool for Increasing the Depth of Student Understanding using a Collaborative E-learning Environment. *International Journal of Continuing Engineering Education and Life-Long Learning* 23(3-4), 213–228.
- Borrás, O. (2015). Fundamentos de la Gamificación. Gabinete de Tele-Educación, GATE, Universidad Politécnica de Madrid. Recuperado de http://serviciosgate.upm.es/docs/asesoramiento/fundamentos%20de%20la%20gamificacion_v1.1.pdf.
- 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.
- Deterding, S., Dixon, D., Kahled, R. & Lennart, N. (2011). From game design elements to gamefulness: Defining "Gamification". *Proceedings of the 15th International Academic MindTrek Conference: Envisioning Future Media Environments*. Nueva York, USA.
- 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.
- <https://create.kahoot.it/auth/login>
- https://quizizz.com/teachers?ref=lm_card
- Hunicke, R., LeBlanc, M. & Zubek, R. (2004) MDA: A formal approach to game design and game research. *Challenges in Game AI*. Nineteenth National Conference of Artificial Intelligence. San Jose, California: AAAI Press.
- 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.
- Marcano, B. (2008). Juegos Serios y Entrenamiento en la Sociedad Digital. *Revista Electrónica Teoría de la Educación. Educación y Cultura en la Sociedad de la Información* 9(3) 93-106.
- Nah, F. F. H., Zeng, Q., Telaprolu, V. R., Ayyappa, A. P., & Eschenbrenner, B. (2014). Gamification of education: a review of literature. In *International conference on HCI in business*. *Lecture Notes in Computer Science*, vol 8527 (pp. 401-409). Springer, Cham.
- Observatorio de Innovación Educativa del Tecnológico de Monterrey. (2016). Gamificación, EduTrends. Recuperado de <https://observatorio.tec.mx/edutrendsgamificacion>.
- Swacha, J. (2021). State of Research on Gamification in Education: A Bibliometric Survey. *Education Science* 11, 69.
- Werbach, K. y Hunter, D. (2012). *For the Win: How Game Thinking Can Revolutionize Your Business*. Wharton Digital Press.
- Werbach, K. y Hunter, D. (2015). *The Gamification Toolkit: Dynamics, Mechanics, and Components for the Win*. Wharton Digital Press.
- Zichermann, G. (2011). *Gamification - The New Loyalty*. Recuperado de <http://vimeo.com/25714530>.