

Aventura Química: implementación y evaluación de una estrategia de gamificación en la química universitaria

Chemical Adventure: Implementation and Evaluation of a Gamification Strategy in University-Level Chemistry

Rosana Boglione¹ y Victoria I. Marín²

Resumen

En el contexto actual, es común enfrentar dificultades para involucrar a estudiantes universitarios en el aprendizaje de la química, especialmente en carreras no químicas. La gamificación, mediante el uso de tecnologías digitales, se presenta como una estrategia prometedora para superar este reto. El objetivo de este trabajo es implementar y evaluar estrategias de enseñanza en línea que integren elementos lúdicos en los contenidos curriculares de química, con el fin de acercar esta disciplina a estudiantes de una universidad argentina. Para evaluar la efectividad de la propuesta, se aplicaron dos cuestionarios al alumnado y se analizaron datos obtenidos del entorno virtual. Los resultados muestran una recepción favorable por parte de los estudiantes, lo que evidencia la utilidad de la estrategia y su potencial para ser transferida a otros contextos educativos.

Palabras clave: gamificación en educación, química universitaria, enseñanza online, tecnologías educativas, innovación pedagógica.

Abstract

In today's educational context, engaging university students in learning chemistry—particularly those from non-chemistry majors—can be challenging. Gamification, through the use of digital technologies, emerges as a promising strategy to address this issue. This study aims to implement and evaluate online teaching strategies that incorporate playful elements into the chemistry curriculum, with the goal of bringing the subject closer to students at an Argentine university. To assess the effectiveness of the proposed strategy, two questionnaires were administered to students, and data from the virtual learning environment were analyzed. The results indicate a positive reception among students, highlighting the strategy's usefulness and its potential for transferability to other educational settings.

Keywords : gamification in education, university chemistry, online teaching, educational technologies, pedagogical innovation.

CÓMO CITAR:

Boglione, R. y Marín, V. I. (2025, julio-septiembre). Aventura Química: implementación y evaluación de una estrategia de gamificación en la química universitaria. *Educación Química*, 36(3). <https://doi.org/10.22201/fq.18708404e.2025.3.90273>

¹ Facultad Regional Rafaela, Universidad Tecnológica Nacional, Argentina.

² Universitat de Lleida, España.

Introducción

En general, existe un escaso interés por la química entre los/as estudiantes de nivel superior, una situación que ocurre a nivel mundial y que no parece estar asociada a la disponibilidad de recursos de infraestructura, económicos o tecnológicos, ya que investigadores/as de distintas latitudes han planteado la misma inquietud (Townes, 2013; Meza et al., 2018; Zamora y Vera, 2019; Ruiz Cerrillo, 2020; Sosa et al., 2020). Para acercar la química al alumnado, es necesario emplear herramientas que faciliten la interacción estudiante-contenido y que los motiven durante todo el proceso de aprendizaje.

Gil Quintana y Prieto Jurado (2019) sostienen que, para aumentar esta motivación, deben atenderse tres necesidades humanas básicas: la capacidad del individuo para enfrentar retos externos, la autonomía para decidir y actuar, y la vinculación social que implica estar conectado con otras personas. Esta conexión social, que forma parte del aprendizaje colaborativo, se enmarca en la teoría del aprendizaje colaborativo mediado por computadora, la cual plantea, entre otros aspectos, que la construcción conjunta del conocimiento se fundamenta en los logros y progresos cognitivos individuales derivados del proceso (Chen et al., 2018). El aprendizaje se incrementa cuando los/as estudiantes desarrollan en conjunto destrezas cooperativas para interpretar las acciones educativas en las que están inmersos (Rennie y Morrison, 2012).

En este contexto, la gamificación se convierte en una herramienta útil para incentivar a las nuevas generaciones de estudiantes, quienes crecieron interactuando con distintos tipos de juegos. Kapp (2012, p. 9) la define como “el uso de la mecánica, la estética y el pensamiento del juego para involucrar a las personas, motivar la acción, promover el aprendizaje y resolver problemas”, introduciendo así una motivación tanto extrínseca como intrínseca en el estudiantado. Por su parte, Kim et al. (2018, p. 27) consideran la gamificación como “un conjunto de actividades y procesos para resolver problemas al usar o aplicar las características de los elementos del juego”. A partir de estas definiciones, es posible considerar la gamificación como una estrategia que no solo incluye elementos propios del juego, como la mecánica y la narrativa, sino que también debe motivar al alumnado, promover el aprendizaje y facilitar la resolución de problemas.

En este sentido, es fundamental destacar el papel del estudiantado como protagonista de su aprendizaje, desarrollando su capacidad argumentativa a través de la comunicación y la justificación de las explicaciones propuestas (Salinas, 2012). Desde una perspectiva constructivista, la participación activa del alumnado facilita el aprendizaje significativo (Kapp, 2012).

Werbach y Hunter (2012) afirman que la gamificación consiste en integrar componentes y técnicas propias de los juegos en contextos no lúdicos. Entre los elementos que suelen emplearse se encuentran: avatares, insignias, desbloqueo de contenidos, misiones, niveles, puntos y clasificaciones. Esta estrategia gamificada, a su vez, permite la incorporación de diferentes tipos de juegos, como juegos de palabras, de tablero, de concentración o de escape. Entre estos últimos destacan las salas de escape, conocidas como *escape rooms*, que se han utilizado con fines educativos en diversas áreas temáticas, ya que resultan familiares para el estudiantado y permiten al personal docente fomentar su participación en el proceso de aprendizaje (López-Belmonte et al., 2020). Además, pueden

diseñarse y aplicarse de forma virtual. Este tipo de juegos suele implicar la resolución de enigmas, rompecabezas, apertura de candados, casilleros o puertas secretas; en resumen, enfrentar desafíos para “escapar” de una habitación cerrada (Cornellà et al., 2020).

Esta estrategia didáctica ha sido utilizada en diversos estudios, como los que se citan a continuación. Monnot et al. (2020) propusieron un juego de escape virtual en ingeniería química, empleando medios digitales —como celulares, tabletas o computadoras personales— con el fin de incrementar la motivación del estudiantado, aprovechando su afinidad por los juegos, y desarrollar habilidades de trabajo en grupo. Santiago (2024) implementó un cuarto de escape digital para fomentar la metacognición sobre los conocimientos construidos en la asignatura de química analítica. Por su parte, Manivel Chávez et al. (2024) aplicaron la gamificación en un laboratorio de química inorgánica con el objetivo de mejorar el rendimiento académico de estudiantes universitarios.

Estos recursos pueden integrarse en distintos entornos educativos, como Moodle, plataforma que, según Cornellà y Estebanell (2018), ofrece una excelente combinación para aportar valor a los procesos de enseñanza y aprendizaje. Este entorno virtual permite al personal docente incorporar material interactivo, didáctico y creativo que contribuye a que el alumnado adquiera nuevos conceptos y consolide los conocimientos previos. Poondej y Lerdpornkulrat (2020) evidenciaron un impacto positivo de la gamificación en este entorno virtual a partir de su análisis.

A partir de la pregunta: ¿cómo acercar y motivar a estudiantes universitarios de carreras no químicas al aprendizaje de la química?, se planteó como objetivo implementar estrategias de enseñanza en línea que integren la gamificación a los contenidos curriculares de química en carreras no afines a esta disciplina.

Metodología

Diseño de la estrategia de gamificación

La estrategia se implementó en el aula virtual (basada en el entorno Moodle) de la asignatura *Química* de una universidad tecnológica argentina. Se diseñó una estructura curricular inmersa en un entorno imaginario basado en la gamificación, en el cual se incorporó al alumnado como actor y partícipe activo. Este método de enseñanza busca acercar al estudiantado a la química, aumentando su motivación y participación, e incentivándolo a enfrentar retos que estimulen tanto su autonomía como la conexión social con sus pares.

La asignatura *Química* se organizó en torno a 11 misiones, cada una de las cuales debía ser superada para acceder a la siguiente. Cada misión incluía objetivos específicos, un puntaje asociado a los juegos realizados y la posibilidad de obtener insignias.

Se diseñaron distintos elementos de gamificación, entre ellos la narrativa, las insignias y los retos. En cuanto a la narrativa, se trabajó con una historia creada especialmente para la asignatura, denominada *Aventura Química*, que se desarrolló durante todo el curso y fue presentada mediante videos elaborados con ese propósito. La presentación de la asignatura en el aula virtual se realizó a través de un video introductorio de la *Aventura Química*, que el estudiantado recorrería en los meses siguientes.

La historia comenzaba con la llegada de visitantes de otro planeta que arribaban a la Tierra en busca de una fuente de energía. Muchos años atrás, una reina malvada intentó

utilizar dicha energía en su planeta para generar caos y destrucción. Por esta razón, los antepasados de los actuales visitantes decidieron esconder la fuente en un lugar remoto de nuestro planeta. En el presente, la reina ha sido destronada y la energía de su planeta se ha agotado, por lo que los visitantes viajan a la Tierra para recuperarla.

Como era necesario mantener oculta la ubicación de la fuente, los ancestros habían creado un mapa mágico que ahora portaba el grupo de visitantes. La magia del mapa consistía en que se debían superar distintos retos para localizar la fuente de energía. Cada semana se añadía una nueva misión al mapa, vinculada con una unidad temática de la asignatura, y escrita en color rojo. En la Figura 1 se observan los mapas de la primera y la última misión. Estos se habilitaban semanalmente en el aula virtual y, al hacer clic en la misión, se enlazaba con la unidad temática correspondiente.



FIGURA 1. Mapas utilizados en el desarrollo de la estrategia didáctica.

Los seis visitantes que llegaron a nuestro planeta fueron presentados en un video posterior a la introducción de la historia. Sus nombres eran: Met, Et, Prop, But, Pent y Hex (Figura 2). Estos nombres están basados en los prefijos utilizados en la nomenclatura de los compuestos orgánicos, específicamente de los hidrocarburos. En la última unidad temática de la asignatura se estudia la química del carbono y los compuestos formados por este elemento, como los alcanos, alquenos y alquinos. Los primeros términos de esta serie, como *met-*, *et-* y *prop-*, se utilizan para identificar la cantidad de átomos de carbono en una molécula y forman la base para nombrar muchas sustancias en química orgánica (Misión 11).

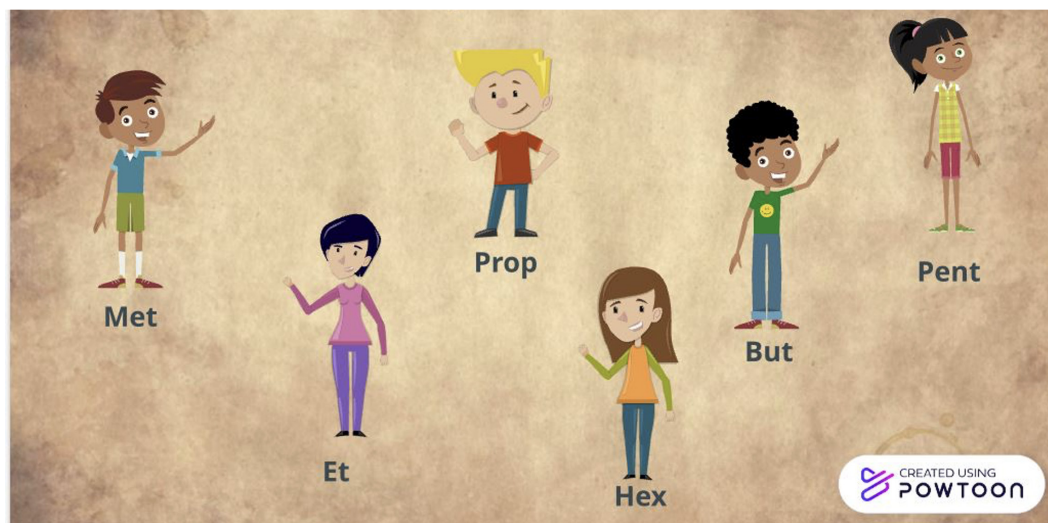
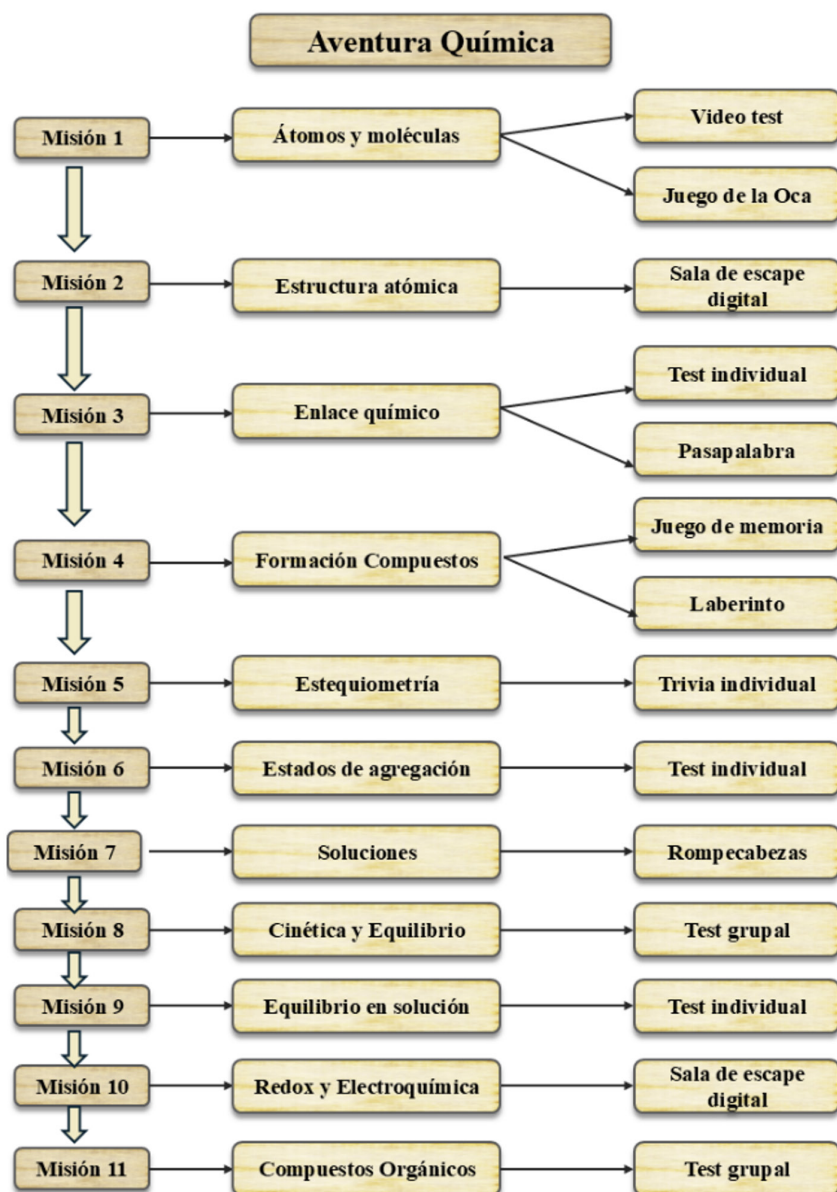


FIGURA 2. Imagen de los visitantes durante su presentación.

El alumnado asumía el rol de colaborador de estos visitantes y debía superar las distintas misiones mediante diversos juegos (de preguntas y respuestas, sala de enigmas, juego de letras y definiciones, crucigramas, entre otros). Algunos juegos se realizaron de forma individual y otros en equipo, incluyéndose también competencias tanto individuales como grupales. Los juegos fueron desarrollados utilizando herramientas digitales y ejecutados de manera virtual, lo que permite su uso en cursos numerosos. En la Figura 3 se presenta un esquema de las misiones vinculadas con cada unidad temática y los juegos utilizados en cada caso.

Para introducir al alumnado en la aventura, cada estudiante creó un avatar que lo representaba. En cuanto a las insignias virtuales, se otorgaban como reconocimiento a logros o méritos obtenidos (por ejemplo, completar misiones en el tiempo predeterminado, ganar juegos de competición, acceder frecuentemente al campus o participar activamente en él).

FIGURA 3. Misiones, unidades temáticas y juegos utilizados.



Contexto y participantes

La estrategia didáctica basada en la gamificación se implementó durante el primer cuatrimestre del año 2021 (de abril a julio), en la asignatura *Química* correspondiente al primer año de la Licenciatura en Organización Industrial, dictada en la Facultad Regional Rafaela de la Universidad Tecnológica Nacional, Argentina. Debido a la situación pandémica provocada por la COVID-19, que motivó el decreto de aislamiento social, preventivo y obligatorio en la República Argentina, el desarrollo de las clases —inicialmente planificadas bajo una modalidad b-learning— debió adaptarse completamente a la virtualidad al momento de su implementación.

La población estudiantil estuvo conformada por 25 estudiantes: el 92 % tenía entre 18 y 20 años, mientras que el 8 % restante (dos estudiantes) superaba los 30 años.

Instrumentos de recogida de datos

Para obtener información sobre el funcionamiento de la estrategia, se realizó un análisis cuantitativo mediante encuestas diseñadas *ad hoc*, orientadas a recoger las percepciones del estudiantado respecto a la efectividad de la propuesta didáctica. Asimismo, se analizaron las analíticas de uso de la plataforma Moodle, donde se desarrolló el curso virtual.

Las encuestas se aplicaron a través de Google Forms y fueron respondidas de forma anónima, para que el alumnado pudiera expresarse con libertad. La primera encuesta se aplicó a mitad del cursado, lo que permitió evaluar la estrategia implementada y realizar ajustes en función de las respuestas obtenidas (véase la Tabla 1).

Preguntas	Opciones de respuestas
¿Te resultan útiles los juegos incorporados en cada una de las misiones?	<ul style="list-style-type: none"> • Sí • No • En algunos temas
¿Los juegos te permiten realizar una autoevaluación sobre los conceptos adquiridos?	<ul style="list-style-type: none"> • Sí • No • En algunos temas
¿Qué juegos te parecen más interesantes?	<ul style="list-style-type: none"> • Laberinto • Quizziz • Trivia • Escape Room • Pasapalabra (Ruleta de palabras) • Juego de la oca
¿Te parece mejor que la realización de juegos sea durante la clase o fuera de la clase?	<ul style="list-style-type: none"> • Durante la clase • Fuera de la clase • Ambas opciones
En caso de no haber realizado todos los juegos propuestos. Esto se debió a:	<ul style="list-style-type: none"> • Que no se consideraron importantes • Falta de tiempo • No tuve inconvenientes, realicé los juegos propuestos

TABLA 1. Preguntas y opciones de respuesta correspondientes a la primera encuesta.

La segunda encuesta se aplicó al finalizar el período lectivo, con el objetivo de obtener una valoración integral de la estrategia por parte del estudiantado (véase la Tabla 2).

Preguntas	Opciones de respuestas
¿Te resultó interesante la historia de los visitantes?	<ul style="list-style-type: none"> • 1 (Poco) • 2 • 3 • 4 • 5 (Mucho)
¿Los videos introductorios de las misiones te resultaron útiles para tener idea sobre el tema con anterioridad a ser desarrollado?	<ul style="list-style-type: none"> • Sí • No • En algunos temas
¿Los juegos realizados en la clase fomentaron tu participación?	<ul style="list-style-type: none"> • Sí • No • En algunos temas
¿Los juegos ayudaron a que tengas mayor interés por la asignatura?	<ul style="list-style-type: none"> • Sí • No • En algunos temas
¿Qué juegos desarrollados en la segunda parte del cuatrimestre te parecieron más interesantes?	<ul style="list-style-type: none"> • Quizziz • Trivia • Escape Room • Rompecabezas

TABLA 2. Preguntas y opciones de respuesta correspondientes a la segunda encuesta.

Además, mediante el seguimiento de las estadísticas de acceso y uso de la plataforma virtual, se evaluó el ingreso frecuente al aula y la finalización oportuna de las actividades propuestas, así como la obtención de insignias. Cabe destacar que tanto la asignatura como

el aula virtual estaban diseñadas íntegramente bajo el enfoque gamificado, por lo que el acceso al campus virtual se centraba exclusivamente en esta modalidad.

Para cada estudiante se observaron las interacciones con el aula virtual, y se conformaron tres grupos según su nivel de participación: alta, media y baja. Los criterios utilizados fueron la frecuencia de ingreso al aula, la realización de las misiones y el tiempo empleado para completarlas. Se clasificó como de participación alta a quienes completaron las misiones en el tiempo previsto y accedieron al aula con frecuencia. La participación media se asignó a quienes realizaron la mayoría de las misiones, aunque no todas ni dentro del plazo estipulado, y tuvieron menor presencia en el aula virtual. Finalmente, integraron el grupo de baja participación quienes realizaron pocas misiones y accedieron escasamente a la plataforma.

También se llevaron a cabo entrevistas no estructuradas con una muestra intencionada (los 25 estudiantes), con el fin de recoger sus impresiones y opiniones sobre la estrategia gamificada.

Resultados y Discusión

Los resultados de la evaluación de la estrategia fueron, en general, muy positivos. A mitad del cursado (primera encuesta), el 88 % del alumnado consideró útiles los juegos incorporados en cada una de las misiones (Figura 4a), y el 92 % respondió que estos les permitieron realizar una autoevaluación de los conceptos adquiridos (Figura 4b). Los juegos de *Escape room* y *Quizziz* fueron los preferidos por el alumnado (Figura 4c); el 40 % opinó que era mejor realizar los juegos durante la clase sincrónica (Figura 4d), y el 70 % respondió que había participado en los juegos propuestos (Figura 4e). Estos resultados permitieron revisar las actividades y los juegos planteados, generar nuevos desafíos y organizar el resto del período lectivo con el objetivo de mejorar la experiencia desarrollada hasta ese momento.

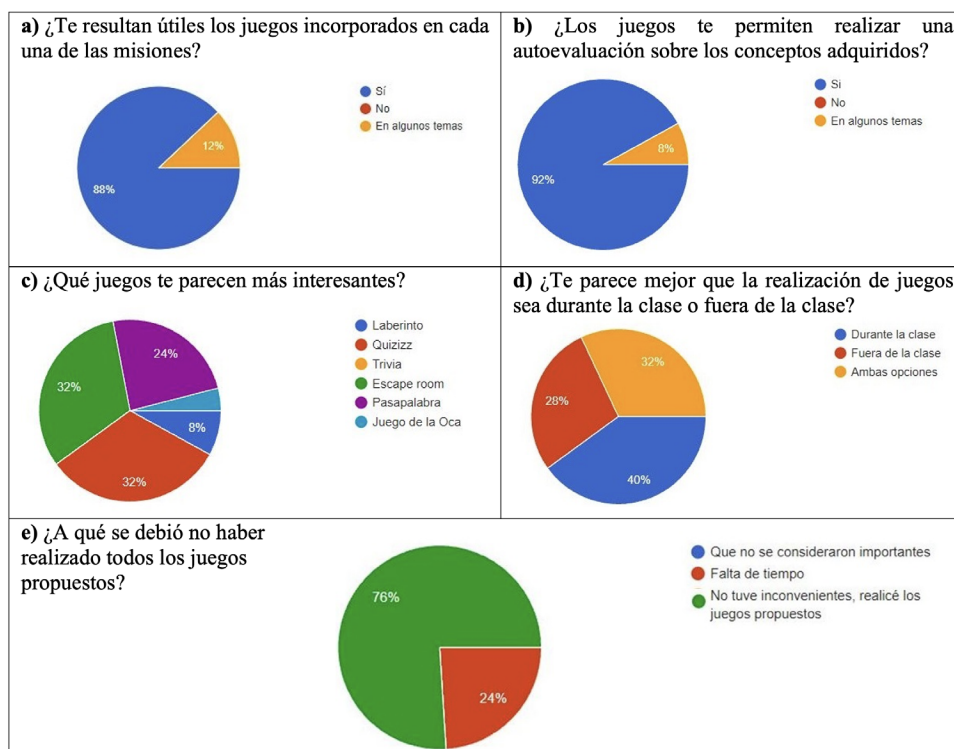


FIGURA 4. Gráfico con los resultados correspondientes a la primera encuesta.

En cuanto a la segunda encuesta, aplicada al finalizar el cuatrimestre, las respuestas obtenidas se muestran en la Figura 5. El 88 % del alumnado calificó como interesante la historia de los/as visitantes (Figura 5a), y el 70 % consideró que los videos introductorios de las misiones les resultaron útiles para anticiparse al tema que sería desarrollado (Figura 5b).

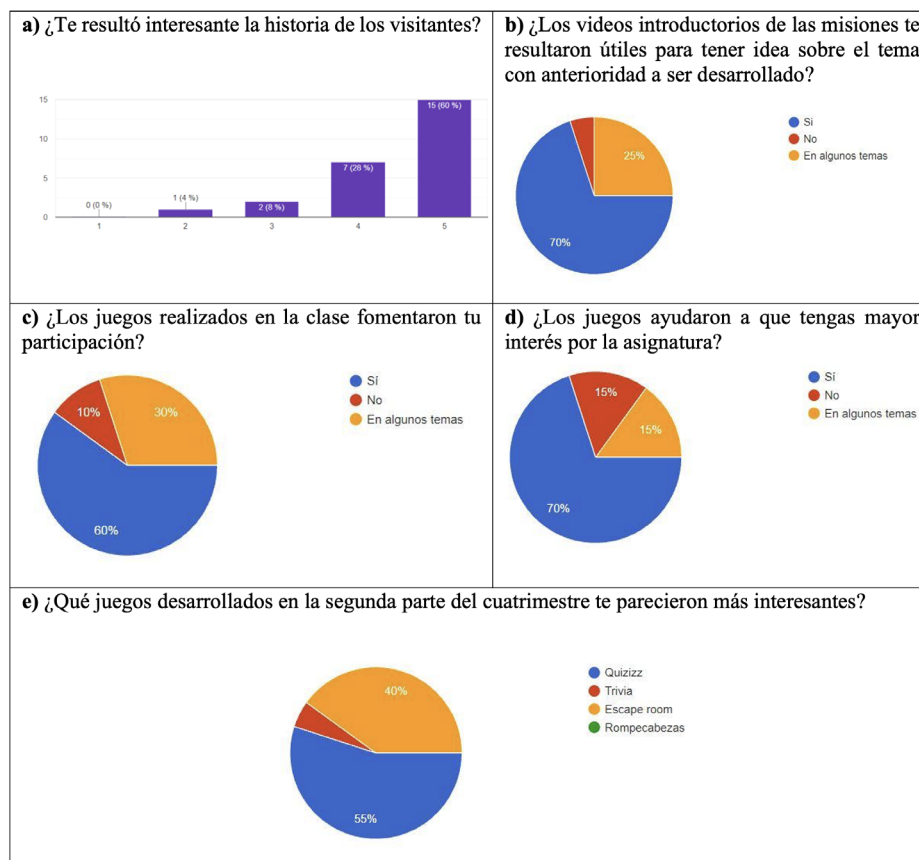


FIGURA 5. Gráfico con los resultados de la segunda encuesta realizada.

El 60 % de los juegos realizados en clase fomentaron la participación del alumnado (Figura 5c), y el 70 % incentivaron su interés por la asignatura (Figura 5d). Esto coincide con estudios previos en los que investigadores/as que utilizaron juegos para la enseñanza de contenidos de química también encontraron que el estudiantado valoraba la estrategia didáctica como una forma de participación más activa (O'Halloran, 2017; Zainuddin et al., 2020; Zhang, 2017).

En la Figura 5e se muestra un gráfico con los juegos que resultaron más interesantes para el alumnado: *Escape room* y *Quizziz* obtuvieron porcentajes del 40 % y 55 %, respectivamente. El mayor porcentaje correspondiente a *Quizziz* podría estar relacionado con la necesidad del estudiantado de recibir estímulos intensos y respuestas rápidas, como concluyen Göksün y Gürsoy (2019) respecto de este software educativo, el cual permite crear cuestionarios en línea y genera competencia entre el alumnado al momento de responderlos.

En la segunda encuesta también se solicitó al alumnado su opinión sobre los aspectos de la "Aventura Química" que podían mejorarse. En general, las respuestas fueron satisfactorias. Investigaciones que utilizaron la gamificación en la enseñanza de las ciencias también

obtuvieron comentarios positivos, ya que el estudiantado resaltó la dinámica de la estrategia como un elemento interesante (Tapia Opazo et al., 2018). Resultados similares obtuvieron Manivel Chávez et al. (2024), quienes observaron que el alumnado consideraba favorable la gamificación, al ayudarles a mejorar su interés y comprensión del contenido académico.

Los resultados de ambas encuestas ofrecen un panorama favorable sobre la gamificación como estrategia didáctica y alientan a continuar implementándola.

En cuanto a las analíticas del aula virtual de “Química”, se registró una mayor cantidad de ingresos que en años anteriores, coincidiendo con lo reportado por De la Flor et al. (2020), quienes también observaron un incremento en la participación del estudiantado en comparación con periodos sin gamificación. Kulhanek et al. (2019) destacaron, además, un aumento en la motivación académica del alumnado, atribuido a que la gamificación les permitió tener mayor control sobre su proceso de aprendizaje, contando con el acompañamiento docente y la retroalimentación necesarios para alcanzar los objetivos.

A partir de la información brindada por el entorno del aula virtual, en la Figura 6 se presenta la distribución porcentual del desempeño del alumnado en la “Aventura Química”. El 80 % concluyó satisfactoriamente las misiones en el tiempo previsto y realizó todas las actividades propuestas, logrando la máxima cantidad de insignias (17). Un 12 % terminó la mayoría de las misiones, aunque fuera del plazo estipulado o con baja participación en el aula virtual, obteniendo entre 11 y 13 insignias. El 8 % restante obtuvo pocas insignias (menos de 6) y tuvo escasa actividad en el aula virtual. Este último grupo coincide con un par de estudiantes adultos, quienes manifestaron dificultades para realizar los juegos fuera del horario de clases, principalmente por cuestiones laborales.

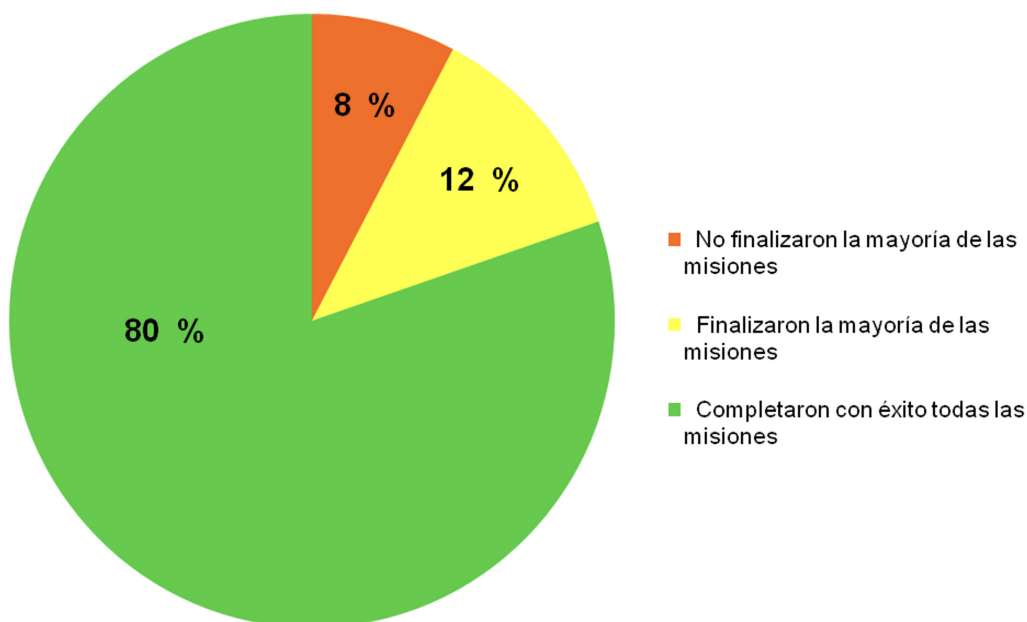


FIGURA 6. Distribución porcentual del desempeño del estudiantado.

Además del seguimiento y de la información recolectada en el entorno virtual, se mantuvieron conversaciones informales con el alumnado para conocer su percepción sobre la estrategia utilizada. Consultados acerca de su experiencia, manifestaron que la narrativa les resultó “entretenida” y que, si bien la química siempre les había parecido “agobiante”, esta propuesta les generó interés. El 80 % resaltó que la realización de algunos juegos

grupales les permitió conocer a sus compañeros/as, lo cual no había sido posible al inicio del curso debido a que eran ingresantes a la facultad y, por la modalidad virtual, no habían tenido oportunidad de interactuar. En algunos casos, señalaron que los grupos formados en la asignatura también les sirvieron para trabajar en otras materias.

Otro aspecto comentado fue la asignación de recompensas: el logro de las insignias les resultó motivador. También manifestaron que el uso de salas de escape virtuales les pareció interesante y que disfrutaron del juego como una experiencia de aprendizaje positiva. Resultados similares han sido reportados por diversos autores, como Vergne et al. (2020), De Souza y Kasseboehmer (2021), y Santiago (2024), quienes también destacan mejoras en la motivación y el compromiso del estudiantado.

Conclusiones

Este trabajo se propuso implementar estrategias de enseñanza en línea que incorporaran la gamificación para acercar los contenidos curriculares de química al alumnado de una carrera no química, objetivo que fue logrado con buenos resultados.

A través de esta estrategia gamificada, se promovió la participación activa del estudiantado, generando interés por una temática que suele ser percibida como compleja, especialmente en carreras universitarias no específicas del área.

Cabe destacar que esta estrategia fue aplicada más allá del período pandémico, implementándose en ediciones posteriores bajo modalidades presencial y semipresencial, lo cual demuestra su adaptabilidad a diferentes formatos educativos. Además, la propuesta (y los materiales desarrollados) puede aplicarse con facilidad a otras asignaturas o carreras interesadas en incorporar esta metodología, convirtiéndose así en un punto de partida para la gamificación en diversas áreas, tanto dentro como fuera de la universidad.

Se identificaron algunas limitaciones. Por un lado, el trabajo enfrentó dificultades relacionadas con la pandemia por COVID-19, al desarrollarse completamente en modalidad virtual. Considerando que se trata de una asignatura del primer cuatrimestre del primer año, donde la mayoría del estudiantado son adolescentes que no se conocen entre sí, la presencialidad podría haber generado un entorno social y lúdico más atractivo, permitiendo implementar un modelo de aprendizaje b-learning. Por ello, ya se encuentra en marcha la implementación de la estrategia en modalidad semipresencial.

Por otro lado, la modalidad virtual no permitió realizar una comparación directa con cursos presenciales anteriores o posteriores. Se propone como mejora llevar a cabo dicha comparativa en futuras ediciones. Finalmente, otra limitación fue que los métodos de recolección de datos fueron mayoritariamente cuantitativos y basados en percepciones estudiantiles. Futuros trabajos deberían incorporar metodologías cualitativas —como entrevistas o grupos focales— y datos vinculados con el aprendizaje efectivo del alumnado.

Como línea futura de trabajo, se plantea estudiar la implementación de una estrategia gamificada en la asignatura de química en las carreras de ingeniería que se dictan en la Facultad Regional Rafaela (Ingeniería industrial, electromecánica y civil).

Referencias

Cornellà, P., Estebanell, M., y Brusi, D. (2020). Gamificación y aprendizaje basado en juegos. *Enseñanza de las Ciencias de la Tierra*, 28(1), 5–19. <https://raco.cat/index.php/ECT/article/view/372920>

- Cornellà, P., y Estebanell, M. (2018). gaMoodlification: Moodle al servicio de la gamificación del aprendizaje. *Campus Virtuales*, 7(2), 9–25. <http://hdl.handle.net/11162/175596>
- Chen, J., Wang, M., Kirschner, P. A., y Tsai, C. C. (2018). The role of collaboration, computer use, learning environments, and supporting strategies in CSCL: A meta-analysis. *Review of Educational Research*, 88(6), 799–843. <https://doi.org/10.3102/0034654318791584>
- De la Flor, D., Calles, J. A., Espada, J. J., y Rodríguez, R. (2020). Application of escape lab-room to heat transfer evaluation for chemical engineers. *Education for Chemical Engineers*, 33, 9–16. <https://doi.org/10.1016/j.ece.2020.06.002>
- De Souza, R. T. M. P., y Kasseboehmer, A. C. (2021). The Thalidomide Mystery: A digital escape room using Genially and WhatsApp for high school students. *Journal of Chemical Education*, 99(2), 1132–1139. <https://doi.org/10.1021/acs.jchemed.1c00955>
- Gil Quintana, J., y Prieto Jurado, E. (2019). Juego y gamificación: Innovación educativa en una sociedad en continuo cambio. *Revista Ensayos Pedagógicos*, 14(1), 91–121. <https://doi.org/10.15359/rep.14-1.5>
- Göksün, D. O., y Gürsoy, G. (2019). Comparing success and engagement in gamified learning experiences via Kahoot and Quizizz. *Computers & Education*, 135, 15–29. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2019.02.015>
- Kapp, K. M. (2012). *The gamification of learning and instruction: Game-based methods and strategies for training and education* (1st ed.). John Wiley & Sons.
- Kim, S., Song, K., Lockee, B., y Burton, J. (2017). What is gamification in learning and education? In *Gamification in learning and education: Enjoy learning like gaming* (pp. 25–38). Springer International Publishing. <https://doi.org/10.1007/978-3-319-47283-6>
- Kulhanek, A., Butler, B., y Bodnar, C. A. (2019). Motivating first-year engineering students through gamified homework. *Educational Action Research*, 29(5), 681–706. <https://doi.org/10.1080/09650792.2019.1635511>
- Li, M., Donnelly-Hermosillo, D. F., y Click, J. (2022). Comparing simulation sequencing in a chemistry online-supported project-based learning unit. *Journal of Science Education and Technology*, 31, 27–51. <https://doi.org/10.1007/s10956-021-09929-w>
- López-Belmonte, J., Segura-Robles, A., Fuentes-Cabrera, A., y Parra-González, M. E. (2020). Evaluating activation and absence of negative effect: Gamification and escape rooms for learning. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 17(7), 2224. <https://doi.org/10.3390/ijerph17072224>
- Manivel Chávez, R. A., Ramos Rendón, M., Sánchez Vázquez, R., y Campos Arroyo, A. G. (2024). Gamificación como estrategia para mejorar el rendimiento académico en el laboratorio de Química Inorgánica. *Educación Química*, 35(4). <https://doi.org/10.22201/fq.18708404e.2024.4.877121>
- Meza, L. U., Núñez, J. P. L., de Figueirêdo, G. J. A., y de Figueirêdo, A. M. T. A. (2018). Propuesta metodológica para incentivar el uso de las TIC en la enseñanza de la química en el contexto escolar. *International Journal Education and Teaching*, 1(1), 158–169. <https://doi.org/10.31692/2595-2498.v1i01.23>

- Monnot, M., Laborie, S., Hébrard, G., y Dietrich, N. (2020). New approaches to adapt escape game activities to large audience in chemical engineering: Numeric supports and students' participation. *Education for Chemical Engineers*, 32, 50–58. <https://doi.org/10.1016/j.ece.2020.05.007>
- O'Halloran, K. (2017). Teaching classes of organic compounds with a sticky note on forehead game. *Journal of Chemical Education*, 94(12), 1929–1932. <https://doi.org/10.1021/acs.jchemed.7b00165>
- Poondej, C., y Lerdpornkulrat, T. (2020). Gamification in e-learning: A Moodle implementation and its effect on student engagement and performance. *Interactive Technology and Smart Education*, 17(1), 56–66. <https://doi.org/10.1108/ITSE-06-2019-0030>
- Rennie, F., y Morrison, T. (2012). *E-learning and social networking handbook: Resources for higher education* (2nd ed.). Routledge. <https://doi.org/10.4324/9780203120279>
- Ruiz Cerrillo, S. (2020). Realidad aumentada y aprendizaje en la química orgánica. *Apertura*, 12(1), 106–117. <http://dx.doi.org/10.32870/Ap.v12n1.1853>
- Salinas, J. (2012). La investigación ante los desafíos de los escenarios de aprendizaje futuros. *Revista de Educación a Distancia*, 32. <http://dx.doi.org/10.6018/red/50/13>
- Santiago, N. R. L. (2024). Gamificación para química analítica: Un cuarto de escape digital. *Educación Química*, 35(2), 187–195. <https://doi.org/10.22201/fq.18708404e.2024.2.86355>
- Sosa, J. A., Rodríguez, A. A., Álvarez, W. O., y Forero, A. (2020). Mobile learning como estrategia innovadora en el aprendizaje de la química inorgánica. *Espacios*, 41(44), 201–216. <http://dx.doi.org/10.48082/espacios-a20v41n44p15>
- Tapia Opazo, T. G., Arias Padilla, A. de las M., y Westermeyer Jaramillo, M. A. (2018). Gamificación: Propuesta didáctica para la enseñanza de la química en cursos masivos. *Revista Internacional de Aprendizaje en la Educación Superior*, 5(2), 81–88. <https://doi.org/10.37467/gka-revedusup.v5.1839>
- Towns, M. H. (2013). New guidelines for chemistry education research manuscripts and future directions of the field. *Journal of Chemical Education*, 90, 1107–1108. <https://doi.org/10.1021/ed400476f>
- Vergne, M. J., Smith, J. D., y Bowen, R. S. (2020). Escape the (remote) classroom: An online escape room for remote learning. *Journal of Chemical Education*, 97(9), 2845–2848. <https://doi.org/10.1021/acs.jchemed.0c00449>
- Werbach, K., y Hunter, D. (2012). *For the win: How game thinking can revolutionize your business*. Wharton School Press.
- Zainuddin, Z., Shujahat, M., Haruna, H., y Chu, S. K. W. (2020). The role of gamified e-quizzes on student learning and engagement: An interactive gamification solution for a formative assessment system. *Computers & Education*, 145, 103729. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2019.103729>

- Zamora, H. S., y Vera, H. H. C. (2019). Innovación metodológica para elevar el nivel de aprendizaje de la química. *Didasc@lia: Didáctica y Educación*, 10(1), 161–176. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=7242008>
- Zhang, X. (2017). Acid–base poker: A card game introducing the concepts of acid and base at the college level. *Journal of Chemical Education*, 94(5), 606–609. <https://doi.org/10.1021/acs.jchemed.6b00590>