

Gamificación Educativa en el Laboratorio de Biología Celular

Educational Gamification in the Cell Biology Laboratory

Alicia Navarro-Sempere; Magdalena García; Encarnación García; Daniela Jiménez; Vanessa Pinilla; Ana Belén López-Jaén; Pascual Martínez-Peinado; Sandra Pascual-García; José Miguel Sempere & Yolanda Segovia

NAVARRO-SEMPERE, A.; GARCÍA, M.; GARCÍA, E.; JIMÉNEZ, D.; PINILLA, V.; LÓPEZ-JAÉN, A. B.; MARTÍNEZ-PEINADO, P.; PASCUAL-GARCÍA, S.; SEMPERE, J. M. & SEGOVIA, Y. Educational gamification in the cell biology laboratory. *Int. J. Morphol.*, 40(6):1426-1433, 2022.

RESUMEN: La incorporación de estrategias de gamificación en la docencia se ha descrito como una herramienta para aumentar la motivación y el compromiso de los alumnos con la materia. Bajo esta premisa, se ha desarrollado una experiencia de innovación educativa mediante la plataforma Kahoot! en la primera y última práctica de laboratorio de la asignatura de Biología Celular del Grado en Biología. Los participantes fueron 135 alumnos repartidos en 12 grupos de laboratorio, que se dividieron entre experimentales y controles. Todos los grupos resolvieron un cuestionario en papel acerca de los conceptos explicados en clase, al finalizar ambas prácticas (post-test), pero sólo aquellos grupos experimentales resolvían un cuestionario antes de la clase (pre-test). Antes de la primera práctica, los alumnos de los grupos experimentales respondieron al pre-test mediante el Kahoot! Sin embargo, para la última práctica algunos grupos lo resolvieron jugando al Kahoot! y otros, con papel y bolígrafo. Los resultados mostraron que aquellos alumnos que fueron seleccionados para jugar a Kahoot!, obtuvieron un mayor número de aciertos en el test realizado tras la sesión práctica (post-test) con respecto a aquellos que no resolvieron ningún pre-test o, que lo hicieron de un modo clásico. Por lo tanto, nuestros resultados sugieren que implementar la jugabilidad en la docencia incrementa considerablemente la motivación del alumnado debido, probablemente, a cambios fisiológicos experimentados por el cerebro durante el juego y a la creación de un clima positivo, que facilitan el proceso de aprendizaje.

PALABRAS CLAVE: Kahoot!; Aprendizaje basado en juegos; Motivación; Educación superior.

INTRODUCCIÓN

En los últimos tiempos la educación superior está viviendo una transformación digital en la que las clases magistrales se combinan con la utilización, por parte del profesorado, de tecnologías de la información y la comunicación (TIC) con el objetivo de motivar al alumnado y potenciar el proceso enseñanza-aprendizaje. Una de las principales medidas que se plantearon al desarrollar el Espacio Europeo de Educación Superior (EEES) es dotar de una mayor importancia a la tutorización, la evaluación continuada, la elaboración de trabajos y proyectos, ya sean individuales o en grupo, y a la utilización de las TIC. Las TIC permiten una mayor velocidad en la transferencia de la información y facilita la interacción entre los individuos. Su uso en los centros educativos potencia que el estudiante adquiera una postura activa y participativa durante el aprendizaje, además de favorecer el aprendizaje autónomo del alumno en la docencia no presencial.

Paralelamente a la introducción de las TIC en los sistemas de aprendizaje, en los últimos años, se está investigando sobre la gamificación educativa. El término gamificación fue acuñado por Nick Pelling, programador británico de videojuegos, en 2002, aunque no fue ampliamente empleado hasta el año 2010, en el que empezó a vincularse con otras disciplinas como la psicología o el marketing. Entre otros autores, fue descrito por Deterding *et al.* (2011), como el uso de mecánicas de juego en un contexto no lúdico: es decir, una estrategia adoptada en diferentes contextos y con diversos fines, con el objetivo de mejorar la participación y motivación de los usuarios. En este sentido, Domínguez *et al.* (2013), aplicándolo al ámbito educativo, lo definió como la introducción de elementos de juego en el diseño de procesos de aprendizaje. Más tarde, Foncubierta & Rodríguez (2014) definieron la gamificación como la técnica o técnicas que el profesor emplea en el diseño de una

actividad, tarea o proceso de aprendizaje (sean de naturaleza analógica o digital) introduciendo elementos del juego (insignias, límite de tiempo, puntuación, dados, etc.) y/o su pensamiento (retos, competición, etc.) con el fin de enriquecer esa experiencia de aprendizaje, dirigir y/o modificar el comportamiento de los alumnos en el aula. A partir de este momento, la gamificación empezó a ganar popularidad orientándose sobre todo hacia la obtención de recompensas en entornos digitales.

Diversas investigaciones han puesto de manifiesto la relación que existe entre el juego y el lóbulo frontal, encargado del procesamiento y de las funciones ejecutivas (Goldberg, 2009; Tachtsidis & Papaioannou, 2013). Las personas presentan una predisposición psicológica hacia el juego, liberando dopamina, neurotransmisor implicado en el placer, en la motivación, en el aprendizaje y la memoria, creatividad, etc. En este contexto, la gamificación educativa aprovecha esta condición natural para aumentar la motivación, especialmente en aquellos aprendizajes que puedan resultar poco atractivos. Además, el uso de las TIC con un componente de gamificación, tiene numerosas ventajas (Posada Prieto, 2017): aumenta la motivación al incrementar el atractivo de las tareas, mejora el manejo de las tecnologías por parte del alumnado, ayuda a desarrollar una mentalidad multitarea y fomenta el trabajo en equipo.

A la hora de diseñar una estrategia de gamificación en un aula de educación superior se deben tener en cuenta ciertos elementos que permitan alcanzar el aprendizaje deseado. Aunque en la actualidad no existe un acuerdo entre los autores acerca de la clasificación de los elementos del juego (Dicheva & Dichev, 2015), según el Informe Edutrens "Gamificación" (2016) del Observatorio de Innovación Educativa del Tecnológico de Monterrey existen algunas categorías más importantes en la gamificación educativa relacionadas con las metas y objetivos, recompensas, estatus visible o libertad para decidir o equivocarse, entre otras. Siguiendo a Csikszentmihalyi *et al.* (2005), lo importante es que el aprendizaje sea a la vez frustrante e interesante, ya que no se debe aprender solo aquello que nos resulte sencillo y fácil. Los participantes son otro elemento importante en una estrategia de gamificación. Según Kim (2015), debemos reconocer los intereses y motivaciones de los participantes para asegurar el éxito de nuestra estrategia. Por ejemplo, existen jugadores triunfadores con un elevado deseo de conseguir la máxima puntuación posible y, por lo tanto, de proclamarse vencedores en cada reto. Sin embargo, existen otros participantes que disfrutan empatizando con otros jugadores y que ven el juego como una forma de interacción social y de trabajo colaborativo.

Por lo tanto, el diseño y buen funcionamiento de la

actividad es responsabilidad del docente, que debe conocer los tipos de jugadores a los que se enfrenta, así como elegir los recursos tecnológicos de los que disponen para el desarrollo de la actividad. Por último, el docente debe obtener evidencias durante el juego que permitan la evaluación del alumnado. En definitiva, el papel del profesor no consiste únicamente en hacer una tarea educativa más divertida, sino plantear una experiencia docente atractiva y retadora que ayude al alumnado a adquirir aquellas competencias propuestas.

El presente trabajo muestra una estrategia de gamificación educativa mediante la plataforma Kahoot!. Esta aplicación fue creada por Johan Brand, Jamie Brooker y Morten Versvik junto al profesor Alf Inge Wang y fue lanzada al público general en el año 2013. Kahoot! Es una plataforma de software libre dirigida a la creación de cuestionarios, tanto por parte del profesor como de estudiantes, y pueden ser resueltos desde multitud de dispositivos (smartphones, tabletas u ordenadores portátiles). Kahoot! está considerada una herramienta popular de eLearning de fácil manejo y gratuita que, además de añadir vitalidad a las clases, favorece el compromiso de los estudiantes y aumenta la motivación (Wang *et al.*, 2016). El objetivo del presente trabajo fue aumentar la motivación en el estudiantado con el fin de mejorar su rendimiento. Consideramos que el uso Kahoot!, y otro tipo de gamificaciones, crea un clima positivo en el aula que favorece la participación de todos los estudiantes independientemente del tipo de jugador que sea. La elección de esta plataforma para nuestra experiencia se basó en que posee elementos de juego que favorecen la participación de los alumnos, como el estatus visible o la libertad para equivocarse, categorías descritas como importantes en la gamificación educativa.

MATERIAL Y MÉTODO

Participantes. Este estudio se ha llevado a cabo con 135 alumnos matriculados en la asignatura de Biología Celular, que se imparte en primer curso del segundo cuatrimestre del Grado de Biología de la Universidad de Alicante. Todos los participantes lo hicieron de forma voluntaria y anónima.

La asignatura de Biología Celular proporciona los conocimientos básicos sobre los niveles de complejidad celular, tisular y de órganos, de los organismos, a nivel microscópico. Se imparte en un total de 60 horas, repartidas en 36 horas de docencia teórica de una hora de duración cada sesión y 24 horas de docencia práctica en el laboratorio, repartidas en 8 sesiones de 3 horas cada una. Hay un total de 4 grupos de teoría y 12 grupos de prácticas impartidos por diferentes profesores.

El estudio se realizó durante 2 de las sesiones prácticas de la asignatura: la primera y la última. El criterio para esta selección fue que ambas prácticas eran impartidas por la misma profesora en todos los grupos seleccionados. No obstante, consideramos que podría realizarse en cualquier práctica de esta materia.

La primera práctica de la asignatura denominada utilización del microscopio óptico para la observación de muestras biológicas, tiene como objetivos principales: 1) Identificar las partes del microscopio y su función, 2) Interpretar las numeraciones que llevan los objetivos y los oculares, 3) Utilizar correctamente el microscopio para la observación de una preparación histológica, 4) Comprobar cómo varía el diámetro del campo visual según el objetivo que se utilice para enfocar la muestra, 5) Calcular el poder de resolución del microscopio en función del objetivo. La última práctica referente a la determinación de la concentración y viabilidad celular, tiene como objetivo calcular el número de células de una muestra y la cantidad de ellas que sobreviven. Para ello, el alumnado realiza un cultivo celular y de-

termina la concentración celular utilizando la cámara de Neubauer. Para el conteo de la viabilidad celular utilizan azul de Tripán, molécula coloreada de gran peso molecular que sólo es capaz de entrar en aquellas células que presentan la membrana alterada.

Diseño Experimental. Esta experiencia se ha realizado exclusivamente durante las sesiones prácticas de laboratorio. Han participado un total de 8 grupos diferentes de alumnos seleccionados de forma aleatoria, 5 grupos participaron en la práctica 1 y 4 grupos en la práctica 8. En la práctica 1 se realizó un pre-test solo a 3 grupos de los 5 a través de la plataforma Kahoot!, y ningún pre-test a los dos grupos restantes. Al terminar la práctica se valoró su aprendizaje mediante un post-test en papel. En la práctica 8 la primera parte del pre-test se realizó a dos grupos a través del Kahoot! y a otros dos grupos a través de un pre-test en papel. Posteriormente se valoró su nivel de aprendizaje pasando a los 4 grupos el mismo post-test en papel (Tabla I).

Herramienta de gamificación: Kahoot! Para la realización de esta experiencia, el profesor se registró en la plataforma Kahoot!, y preparó los pre-test de ambas prácticas. La plataforma permite registrarse como profesor (Fig. 1). De esta forma, cada profesor puede tener un espacio en la plataforma con todos los test preparados.

I want to use Kahoot!



Fig. 1. Interfaz inicial de la aplicación Kahoot!. En ella, los usuarios eligen el perfil con el cual acceder a la plataforma.

Tabla I. Diseño experimental de la estrategia de gamificación implementada durante las prácticas de laboratorio de la asignatura.

	Práctica 1		Práctica 8		
	Pre-test (Kahoot!)	Post-test	Pre-test (Kahoot!)	Pre-test (papel)	Post-test
Grupos participantes	3, 4 y 7	1, 3, 4, 7 y 8	1 y 2	5 y 6	1, 2, 5 y 6



Fig. 2. Los cuestionarios eran ideados por los docentes e incluían aquellos conceptos que iban a ser estudiados en clase.

En ambas prácticas se preparó un pre-test con un total de 10 preguntas que hacían referencia a los contenidos de cada práctica. Con ello se pretendía averiguar los conocimientos previos y su nivel de aprendizaje tras finalizar la práctica. Se utilizó la modalidad de la plataforma tipo “Quiz”, preguntas de tipo test con cuatro posibles respuestas, de las que solo una es verdadera (Fig. 2). Para contestar cada pregunta, los alumnos disponían de un total de 20 segundos. La plataforma registra el tiempo que cada usuario tarda en contestar y qué alumno ha sido más rápido en contestar correctamente. Con estos datos la aplicación va posicionando a los participantes en un ranking, de tal manera que en cada pregunta los alumnos conocen en qué posición están, lo cual fomenta la competitividad. Una vez finalizado el test, la plataforma muestra los tres ganadores del juego.

Para llevar a cabo el pre-test, el profesor que impartía la práctica proporcionó a los alumnos el PIN CODE correspondiente al test. Todos los alumnos disponían de móviles o tabletas (Fig. 3). Se incidió en que utilizaran seudónimos, para preservar su identidad. De este modo los alumnos se sienten más libres para responder.

Análisis estadístico. Las diferencias entre las medias de los resultados obtenidos por cada uno de los grupos en los post-test se analizaron mediante la prueba ANOVA de una vía, seguida del test de comparación múltiple de Tuckey

para determinar entre qué grupos había diferencias, se estableció un nivel de significancia de $p < 0,05$. El software utilizado para llevar a cabo fue el GraphPad Prism versión 9 (Graph Pad Software Inc., La Jolla, CA, USA).

Opinión de los estudiantes. Para evaluar la experiencia educativa por parte del alumnado y, conocer su opinión personal, se elaboró un cuestionario que se pasó al final de la asignatura, a través de Google Forms. Fue totalmente anónimo.

RESULTADOS

Método tradicional sin pre-test versus pre-test con Kahoot!. Los resultados obtenidos en la práctica 1 muestran que los grupos que habían realizado un pre-test en Kahoot! (grupos 3, 4 y 7) al inicio de la sesión, obtuvieron un mayor número de aciertos en el post-test ($12,07 \pm 1,68$; $12,27 \pm 2,15$; $13,43 \pm 1,21$, respectivamente) en comparación con los grupos 1 y 8 a los que no se sometió a ningún tipo de pre-test ($10,33 \pm 1,34$ y $10,21 \pm 1,76$, respectivamente) (Fig. 4). Esta diferencia en los aciertos fue significativa entre ambos grupos ($p > 0,05$). Sin embargo, no existieron diferencias significativas entre los grupos que se sometieron a la misma experiencia (Tabla II).



Fig. 3. Al inicio de la sesión, los estudiantes resolvían individualmente el pre-test en la plataforma Kahoot! mediante sus dispositivos electrónicos (smartphones, tabletas u ordenadores portátiles).

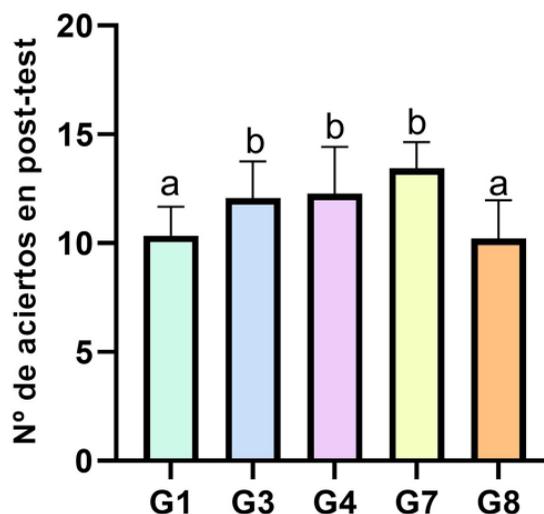


Fig. 4. Representación gráfica que refleja la media y desviación estándar del número de aciertos por grupo de prácticas analizado. La diferencia entre las medias no es estadísticamente significativa ($p > 0,05$) en aquellos grupos con la misma letra.

Tabla II. Nivel de significancia obtenido tras el Test de Tuckey de comparación múltiple de los grupos que participaron en la experiencia durante la práctica 1, aquellos valores inferiores a 0,05, se señalan en negrita.

	G1	G3	G4	G7	G8
G1		0,0408	0,0291	<0,0001	0,9997
G3			0,998	0,1571	0,0278
G4				0,3629	0,02
G7					<0,0001

Por otro lado, se analizaron los porcentajes de aciertos de cada uno de los grupos tanto en pre-test con Kahoot como en post-test y se concluyó que los grupos 1 y 8 presentaban un menor porcentaje de aciertos (68 % y 67,14 % respectivamente) en el test resuelto al finalizar la clase, y que este porcentaje era muy similar al obtenido por los grupos 3, 4 y 7 en la aplicación Kahoot! antes de comenzar la sesión (69,95 %; 73 % y 67,40 % respectivamente) (Fig. 5).

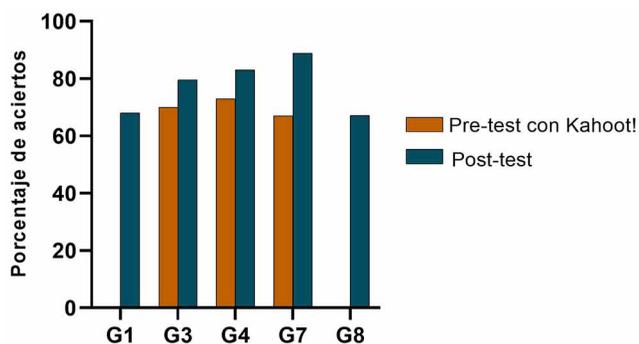


Fig. 5. Gráfico de barras en el que se muestra el porcentaje de aciertos obtenidos en el pre-test y el post-test para cada grupo participante.

Pre-test con Kahoot! Versus pre-test en papel. En la práctica 8, los 4 grupos analizados realizaron un pre-test. La única diferencia entre ellos es que el grupo 1 y 2 lo resolvieron mediante la plataforma Kahoot y los grupos 5 y 6 por escrito en papel. Los resultados de post-test mostraron que los grupos 1 y 2, que habían jugado al Kahoot antes de la práctica, obtuvieron una puntuación media mayor ($7,41 \pm 1,17$ y $7,57 \pm 1,16$, respectivamente) con respecto a los grupos 5 y 6 que resolvieron el mismo cuestionario por escrito ($6,21 \pm 1,18$ y $5,37 \pm 1,54$, respectivamente) (Fig. 6).

Tras analizar estadísticamente el número de aciertos en la prueba final, se observaron diferencias entre los dos grupos (G1 y G2) que resolvieron el pre-test con el Kahoot! y los grupos (G5 y G6) que lo hicieron por escrito ($p < 0,05$). Sin embargo, estas diferencias no se observaron entre grupos que habían llevado a cabo el mismo tipo de experiencia educativa (Tabla III).

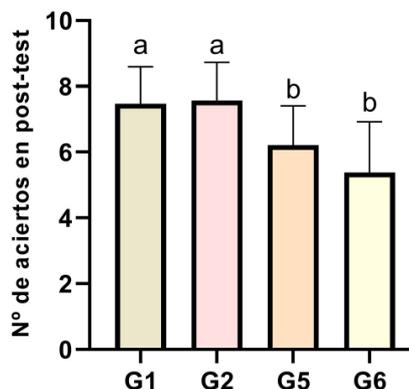


Fig. 6. Gráfico en el que se muestra la media y desviación estándar del número de aciertos por grupo de prácticas analizado durante la práctica 8. La diferencia entre las medias no es estadísticamente significativa ($p > 0,05$) en aquellos grupos con la misma letra.

Tabla III. Resultados del Test de Tuckey de comparación múltiple de los grupos participantes en la práctica 8, aquellos valores inferiores a 0,05, se señalan en negrita.

	G1	G2	G5	G6
G1		0,9962	0,0394	<0,0001
G2			0,0317	<0,0001
G5				0,2805

En la práctica 8 también fueron analizadas el porcentaje de aciertos del pre-test, tanto en Kahoot! como en papel, y del post-test. El análisis mostró que los alumnos a los que se les había implementado la gamificación (G1 y G2), presentaban en post-test un 70 % de aciertos en el G1 y un 75 % en el G2, mientras que aquellos grupos que resolvieron el pre-test de un modo clásico tuvieron un 64 % de aciertos en el G5 y un 53,75 % en el G6. Pero lo más destacable de los resultados de esta práctica es el incremento en el porcentaje de aciertos entre el pre-test y el post-test de los grupos con gamificación respecto de aquellos sin gamificación. Los alumnos de los grupos 1 y 2 presentaron un incremento en el porcentaje de aciertos del 21 % y 27,14 % respectivamente. En cambio, el grupo 5 mostró un aumento de un 6 % y el grupo 6 solamente aumentó en un 0,75 % (Fig. 7).

Opinión del alumnado. Con respecto a la opinión de los alumnos sobre el uso del Kahoot! en las sesiones prácticas de la asignatura, el 90 % consideró que fue una actividad divertida y que habían aprendido más. El mismo porcentaje de estudiantes afirmó que el Kahoot! aumentó la motivación durante la práctica y que recordaba mejor aquellos conceptos aprendidos en las sesiones en las que se llevó a cabo la gamificación. Por último, el 100 % del alumnado se sintió bien participando en esta experiencia de gamificación educativa (Tabla IV). Algunas de las opiniones reflejadas en el cuestionario fueron las siguientes:

Tabla IV. Resultados obtenidos tras la encuesta de satisfacción que rellenada por los alumnos al finalizar las prácticas de laboratorio.

	Sí (% de alumnos)	No (% alumnos)
¿Te ha parecido divertido realizar un Kahoot! en clase?	90	10
¿Consideras que has aprendido más?	90	10
¿Ha aumentado tu motivación durante la práctica?	90	10
¿Recuerdas mejor los conceptos explicados en aquellas prácticas que realizaste el Kahoot!?	90	10
¿Te sentiste bien durante la realización de este?	100	0

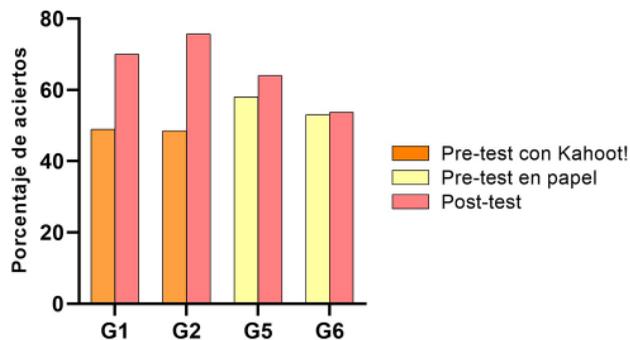


Fig. 7. Representación gráfica en el que se muestra el porcentaje de aciertos obtenidos en el pre-test (tanto en papel como en Kahoot!) y el post-test para cada grupo participante.

- Me sentí bien. A pesar de que en pantalla iban apareciendo las posiciones de los alumnos, esto no ocasionó competitividad alguna.
- Fue divertido y competitivo
- Se hizo ameno y divertido la realización del Kahoot! con preguntas que iban orientadas hacia la práctica.

DISCUSIÓN

El presente trabajo plantea una experiencia de innovación educativa, empleando como estrategia la gamificación educativa, a través de la plataforma Kahoot!.

Una de las principales medidas que recoge el EEES es el cambio en la metodología docente dirigido al aprendizaje basado en competencias. Existe un compromiso por parte de los docentes en implementar metodologías innovadoras para el espacio educativo. En este contexto, es necesario captar la atención de los alumnos, que se involucren en mayor grado y que adopten una postura activa en su aprendizaje. Para alcanzar estos objetivos, en los últimos años se han popularizado estrategias como la gamificación educativa, el uso de TICs en las aulas o ambas juntas. Buckley & Doyle (2016) sugieren que la gamificación aplicada en la docencia aumentaba la motivación, además del compromiso de los estudiantes con la materia. La moti-

vación contempla algo que mueve al discente a aprender, además de decidir la calidad y cantidad de esfuerzo que invierte en ello, por lo que se considera un elemento clave en el proceso enseñanza-aprendizaje.

Como docentes, nuestro objetivo debe ir dirigido a aumentar el grado de motivación del alumnado hacia un aprendizaje significativo.

El fundamento de la utilización de los juegos en el aprendizaje reside en que son capaces de modificar nuestro comportamiento, provocando respuestas emocionales como la frustración o la curiosidad (McGonigal, 2011). Los resultados obtenidos en este estudio ponen de manifiesto que los participantes que resolvieron el test antes de la sesión de laboratorio mediante la aplicación de Kahoot!, mostraron un número de aciertos significativamente superior en la prueba a posteriori que aquellos alumnos que no había tenido la oportunidad de jugar. Además, los estudiantes que realizaron el pre-test jugando a Kahoot! también presentaban mayores puntuaciones en el post-test que aquellos que resolvieron un pre-test de una forma clásica, con papel y bolígrafo, en la última práctica. Estos resultados sugieren el papel del juego en la motivación y, por lo tanto, en el aprendizaje de los alumnos. Está descrito que el juego provoca una serie de acontecimientos fisiológicos, tales como el aumento de riego sanguíneo en el lóbulo frontal (Tachtsidis & Papaioannou, 2013) o la liberación de dopamina (Koepp *et al.*, 1998) que, al aumentar la motivación y mejorar la memoria, crean el ambiente perfecto para que se produzca el aprendizaje. Los alumnos resolvieron un cuestionario acerca de los contenidos que iban a ser explicados en clase y, con estos eventos fisiológicos derivados de la estimulación del juego, el cerebro probablemente se encontraba en un estado óptimo para recibir nueva información y memorizarla. Los sujetos que respondieron al pre-test de un modo clásico no contaron con estos estímulos, por lo que su capacidad para retener conceptos pudo verse mermada.

En segundo lugar, cabe destacar que una diferencia fundamental entre aquellos alumnos sometidos al pre-test mediante el Kahoot! y aquellos que lo llevaron a cabo en papel, además del uso de una herramienta digital, fue la competencia el motor del aprendizaje. Según Nicholson (2012),

el elemento competitivo es una fuente de motivación. Los estudiantes que resolvieron el pre-test en papel nunca supieron su resultado y mucho menos el de sus compañeros, pero los que participaron en la gamificación sí. Kahoot! emplea lo que en gamificación educativa se conoce como estatus visible, es decir, todos los participantes son conscientes de su avance y del avance de sus iguales a través de tablas de posiciones. Esta plataforma en concreto, al finalizar el cuestionario indica a modo de ranking quienes han sido los mejores jugadores. Estos sistemas clasificatorios son motivadores porque el esfuerzo de los participantes es reconocido públicamente y de un modo instantáneo (Domínguez *et al.*, 2013). Según el Observatorio de Innovación Educativa del Tecnológico de Monterrey (Observatorio. Instituto para el Futuro de la Educación, 2016), el estatus visible otorga a los participantes credibilidad y reconocimiento, condiciones que resultan muy atractivas para aquellos jugadores de tipo triunfador. Por otro lado, advertimos que durante el desarrollo del cuestionario a través de Kahoot! se creó un ambiente emocionalmente positivo o de competencia sana en el aula que favorecía también a aquellos jugadores que buscan en el juego un modo relacionarse socialmente.

El bienestar de los estudiantes, percibido subjetivamente por los docentes, fue comprobado mediante una encuesta anónima de satisfacción, en la que un elevado porcentaje de alumnos refirieron recordar mejor los conceptos trabajados en aquellas prácticas en las que previamente habían resuelto el pre-test mediante el Kahoot!. Además, el 100 % de los estudiantes afirmaron haberse sentido bien con la experiencia, todo ello probablemente debido a la liberación de dopamina que sufrieron durante el juego, ya que la neurotransmisión dopaminérgica no sólo está involucrada en el aprendizaje, sino también en el refuerzo del comportamiento (Han *et al.*, 2007).

CONCLUSIÓN

La implementación de estrategias de gamificación en las aulas genera una serie de acontecimientos fisiológicos que predisponen al individuo a aprender, aumentando su motivación y mejorando la memoria a corto plazo. Este estudio ha demostrado la eficacia del uso del Kahoot! como elemento motivador antes de las sesiones de laboratorio, en las que además de mejorar el aprendizaje, se creó una atmósfera emocionalmente positiva que incrementó la satisfacción de los alumnos con las prácticas de la asignatura. Por lo tanto, nuestros resultados revelan la importancia de utilizar herramientas de gamificación en las aulas como método para incrementar la motivación y, con ello, mejorar el aprendizaje.

NAVARRO-SEMPERE, A.; GARCÍA, M.; GARCÍA, E.; JIMÉNEZ, D.; PINILLA, V.; LÓPEZ-JAÉN, A. B.; MARTÍNEZ-PEINADO, P.; PASCUAL-GARCÍA, S.; SEMPERE, J. M. & SEGOVIA, Y. Educational Gamification in the cell biology laboratory. *Int. J. Morphol.*, 40(6):1426-1433, 2022.

SUMMARY: The incorporation of gamification strategies in teaching has been described as a tool to increase the motivation and engagement of students with the subject. Under this premise, an educational innovation experience has been developed using the Kahoot! platform in the first and last laboratory practice of the Cell Biology course of the Biology degree. The participants were 135 students divided into 12 laboratory groups, which were divided into experimental and control groups. All groups solved a questionnaire on paper about the concepts explained in class, at the end of both practices (post-test), but only the experimental groups solved a questionnaire before the class (pre-test). Before the first practice, students in the experimental groups answered the pre-test using Kahoot! However, for the last practice, some groups solved it by playing Kahoot! and others with pen and paper. The results showed that those students who were selected to play Kahoot! obtained a higher number of correct answers in the test performed after the practical session (post-test) than those who did not solve any pre-test or who did it in a classical way. Therefore, our results suggest that implementing gamification in teaching considerably increases student motivation, probably due to physiological changes experienced by the brain during the game and the creation of a positive climate, which facilitates the learning process.

KEY WORDS: Kahoot!; Game-based learning; Motivation; Higher education.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Buckley, P. & Doyle, E. Gamification and student motivation. *Interact. Learn. Environ.*, 24(6):1162-75, 2016.
- Csikszentmihalyi, M.; Abuhamdeh, S. & Nakamura, J. Flow. En: Elliot, A. J. & Dweck, C. S. (Eds.), *Handbook of Competence and Motivation*. Nueva York, Guilford Publications, 2005. pp.598-608.
- Deterding, S.; Dixon, D.; Khaled, R. & Nacke, L. *From Game Design Elements to Gamefulness: Defining "Gamification"*. En: Proceedings of the 15th International Academic MindTrek Conference: Envisioning Future Media Environments. Nueva York, Association for Computing Machinery, 2011. pp.9-15.
- Dicheva, D. & Dichev, C. *Gamification in Education: Where Are We in 2015?* En: E-Learn: World Conference on E-learning in Corporate, Government, Healthcare, and Higher Education. Waynesville, Association for the Advancement of Computing in Education (AACE), 2015. pp.1445-54.
- Domínguez, A.; Saenz-de-Navarrete, J.; De-Marcos, L.; Fernández-Sanz, L.; Pagés, C. & Martínez-Herráiz, J. J. Gamifying learning experiences: Practical implications and outcomes. *Comput. Education*, 63:380-92, 2013.
- Foncubierta, J. M. & Rodríguez, C. *Didáctica de la Gamificación en la Clase de Español*. Madrid, Edinumen, 2014. Disponible en: https://www.edinumen.es/spanish_challenge/gamificacion_didactica.pdf
- Goldberg, E. *El Cerebro Ejecutivo: Lóbulos Frontales y Mente Civilizada*. Barcelona, Crítica, 2009.

- Han, D. H.; Lee, Y. S.; Yang, K. C.; Kim, E. Y.; Lyoo, I. K. & Renshaw, P. F. Dopamine genes and reward dependence in adolescents with excessive internet video game play. *J. Addict. Med.*, 1(3):133-8, 2007.
- Kim, B. Understanding Gamification. Chicago, ALA TechSource, 2015.
- Koepp, M. J.; Gunn, R. N.; Lawrence, A. D.; Cunningham, V. J.; Dagher, A.; Jones, T.; Brooks, D. J.; Bench, C. J. & Grasby, P. M. Evidence for striatal dopamine release during a video game. *Nature*, 393(6682):266-8, 1998.
- McGonigal, J. *Reality is Broken: Why Games Make Us Better and How They Can Change The World*. Nueva York, Penguin, 2011.
- Nicholson, S. *A User-Centered Theoretical Framework for Meaningful Gamification*. Madison, Games+ Learning+ Society 8.0. 8.0, 2012.
- Observatorio. Instituto para el Futuro de la Educación. EduTrends. Gamificación. Monterrey, Tecnológico de Monterrey, 2016. Disponible en: <https://observatorio.tec.mx/edutrendsgamificacion>
- Posada Prieto, F. *Gamifica tu Aula: Experiencia de Gamificación TIC para el Aula*. San Cristóbal de La Laguna, Actas del V Congreso Internacional de Videojuegos y Educación (CIVE'17), 2017.
- Tachtsidis, I. & Papaioannou, A. *Investigation of Frontal Lobe Activation with fNIRS and Systemic Changes During Video Gaming*. En: Oxygen Transport to Tissue XXXV. Nueva York, Springer, 2013. pp.89-95.
- Wang, A. I.; Zhu, M. & Sætre, R. *The Effect of Digitizing and Gamifying Quizzing in Classrooms*. Paisley, 10th European Conference on Game Based Learning (ECGBL 2016), 2016.

Dirección para correspondencia:
Alicia Navarro Sempere
Facultad de Ciencias / Universidad de Alicante
Departamento de Biotecnología
Ctra. San Vicente del Raspeig, s/n
San Vicente del Raspeig
Alicante (03690)
Alicante
ESPAÑA

E-mail: alicia.navarro@ua.es