

GAMIFICACIÓN EN MATEMÁTICAS: ESTUDIO DE PROPUESTAS DE AULA PARA EDUCACIÓN SECUNDARIA

Gamification in Mathematics: Study of class proposals for Secondary School

Rodríguez-Barreto, C., García-Alonso, I

Universidad de La Laguna

Resumen

La gamificación es una estrategia basada en la integración de elementos del juego en contextos no lúdicos. Las dificultades en el aprendizaje de las matemáticas que muchos estudiantes poseen, junto con la estrecha relación entre el proceso de aprendizaje y el dominio socio-afectivo, hacen de la gamificación una herramienta con gran potencial para modificar actitudes, aumentar la motivación y promover la participación en la materia. En este trabajo se analizan cinco situaciones de aprendizaje de matemáticas de 3.º ESO (15 años) con el objetivo de identificar los elementos de las categorías básicas de una gamificación y el conocimiento matemático que pretende promover. Se ha observado que todas las situaciones de aprendizaje poseen elementos comunes como los logros, las misiones, los desafíos y el avance por niveles dentro de distintas narrativas. Pero, la gamificación no abarca siempre toda la propuesta de aula y la matemática es exclusivamente procedimental.

Palabras clave: gamificación, educación matemática, situación de aprendizaje.

Abstract

Gamification is a strategy based on the integration of game elements into non-game context. The difficulties that many students face in learning mathematics, together with the close relationship between this process and the socio-affective domain, make gamification a tool with great potential to modify attitudes, increase motivation and promote participation in this subject. In this work, five mathematics learning situations of 3rd Secondary School (15 years old) are analyzed with the aim of identifying the elements of the basic categories of a gamification and the mathematical knowledge that it intends to promote. Among the results obtained, it has been observed that these learning situations have common elements such as achievements, missions, challenges and progress by levels through different narratives. But they are not always present throughout the classroom proposal and the mathematics they develop is exclusively procedural.

Keywords: gamification, mathematical education, learning situation.

INTRODUCCIÓN

El interés por los juegos con finalidad educativa ha aumentado desde principios de la década de los años 2000 y, paralelamente, existe una extensa investigación acerca del potencial formativo que ofrecen los juegos en el contexto educativo, entendiendo el juego como “un sistema en el que los jugadores se involucran en un desafío abstracto definido por reglas, interacción y retroalimentación, que da lugar a un resultado cuantificable que a menudo provoca una reacción emocional” (Koster, 2005, p. 34). Si bien el valor educativo de los juegos es bien conocido desde hace mucho tiempo, en los últimos años los enfoques constructivistas han puesto el foco en la articulación entre juego, aprendizaje y motivación, lo que ha ido consolidando el juego con finalidad educativa como un campo de investigación necesario. El aprendizaje activo entendido como “cambiar el enfoque del aprendizaje de recibir información de forma pasiva a participar con interés en las actividades de aprendizaje” (Frey, 2018), promueve estrategias que fomentan y desarrollan habilidades como el pensamiento crítico, la creatividad, la comunicación y la colaboración, promoviendo la interacción social y

permitiendo a los estudiantes trabajar de forma colaborativa entre sí y con sus profesores (Frey, 2018). En este sentido, a partir de la década de 2010 irrumpe la *gamificación* como una estrategia de aprendizaje activo que “utiliza elementos del juego en contextos no lúdicos” (Deterding et al., 2011, p. 10). Es decir, una estrategia con la que se pretende llevar elementos del juego y experiencias lúdicas al proceso de aprendizaje con el objetivo de dirigir las actitudes, actividades y comportamiento de los estudiantes (Caponetto et al., 2014), y aumentar la motivación hacia el aprendizaje (Rodríguez, 2018). Todo ello estimulando la participación de los estudiantes, como elemento esencial en el logro de los objetivos de aprendizaje (Rengifo et al., 2017).

Las investigaciones acerca del aprendizaje de las matemáticas a través de la gamificación muestran que aumenta la motivación de los estudiantes, la implicación por el aprendizaje de las matemáticas y los logros académicos en los diferentes niveles en los que se aplica (Pan et al., 2022; Vankúš, 2021; Yan y Matore, 2023). Además, se sabe por los resultados recientes de la evaluación internacional PISA (MEFPD, 2023), que es necesario atender aspectos socioemocionales como la ansiedad hacia las matemáticas. En este sentido, una de las novedades que presenta el actual currículo de matemáticas (RD 217/2022) es la inclusión del sentido socioemocional, como conocimiento a enseñar y como competencia a desarrollar en los estudiantes a través de las matemáticas. Por tanto, la gamificación es una estrategia que se debe investigar en mayor profundidad, por su implicación con el sentido socioafectivo. Por esta razón, la mayoría de las investigaciones sobre gamificación en matemáticas se centran en el estudiante, pero se han encontrado muy pocas centradas en el docente (Russo et al., 2024, p. 16) y cómo construyen estas las gamificaciones. Este estudio se analiza varias propuestas matemáticas gamificadas por docentes para identificar los elementos de la gamificación integrados y cómo caracterizar el conocimiento matemático que promueven. Esto permitirá profundizar en un campo poco desarrollado en la literatura actual: cómo planificar la gamificación en matemáticas (Yan y Matore, 2023).

MARCO CONCEPTUAL

El diseño de la gamificación requiere la combinación adecuada de los elementos de un juego para que estos provoquen un aprendizaje significativo de los conceptos matemáticos integrados (Groh, 2011). Así, Werbach y Hunter (2015) proponen un modelo que integra tres categorías que necesariamente debe incluir toda gamificación:

- *Componentes*: responde a con qué se desarrolla la gamificación lo conforman aquellos aspectos superficiales de un juego.
- *Mecánica*: responde a cómo se combinan los componentes de la gamificación, constituyendo los procesos básicos que impulsan la acción y generan la participación del jugador, y
- *Dinámica*: a respuesta de qué forma consigue enganchar a los estudiantes la gamificación y hace referencia a las motivaciones internas que ponen de manifiesto de las personas que juegan.

Estos autores señalan que estas categorías siguen un orden creciente en abstracción y sus elementos se irán combinando entre sí cuando se elabora una gamificación (Tabla 1).

El currículo (RD 217/2022) señala que la planificación de aula se establece a través de situaciones de aprendizaje (SA) que serán “situaciones y actividades que implican el despliegue por parte del alumnado de actuaciones asociadas a competencias clave y competencias específicas y que contribuyen a la adquisición y desarrollo de las mismas” (p. 41574). Por su parte, el conocimiento matemático observable que moviliza la SA puede ser de dos tipos (Castro et al., 2016): conceptual, caracterizado “como un conocimiento rico y complejo, asociado a un conocimiento significativo de la matemática”; o procedimental, caracterizado como un conocimiento operacionalizado y secuenciado, generalmente asociado a un aprendizaje memorístico. Pero, si además se busca que la SA ofrezca un aprendizaje a través de la gamificación, la planificación debe incorporar “los elementos

principales del juego que fomentan actitudes conductuales se organizan en una secuencia lógica para garantizar la calidad del proceso de aprendizaje” (Pereira-Oliveira et al., 2021, p. 14). El análisis de la SA, por tanto, será una herramienta fundamental para el estudio de la gamificación en el aula y su conexión con el pretendido aprendizaje de las matemáticas.

Tabla 1. Dinámica, mecánica y componentes. Fuente: Adaptación de Werbach y Hunter (2015)

Categorías	Elementos
Componentes	Logros: objetivos a alcanzar.
	Avatares: representación visual del jugador.
Componentes	Insignias: representación visual de logros.
	Combates contra jefes: desafío final de nivel.
Componentes	Coleccionables: objetos acumulables.
	Combates: batallas cortas
Componentes	Desbloqueo de contenido: alcanzable cuando logra objetivo
	Regalos: posibilidad de compartir recursos.
Componentes	Rankings: tablas de clasificación.
	Niveles: pasos a seguir para progresar.
Componentes	Puntos: representación numérica de la progresión.
	Misiones: desafío definido con objetivos y recompensas
Componentes	Gráfico social: representación de relaciones sociales en el juego
	Equipos: grupos de jugadores con objetivo común.
Componentes	Ganancias virtuales: valor ficticio o monetario recibido
Mecánica	Desafíos: acertijos o tareas que requieren de esfuerzo para resolverse.
	Casualidad o azar: aleatoriedad dentro de la actividad (probabilidad)
Mecánica	Competición: unos ganan y otros pierden.
	Cooperación: trabajo grupal para lograr un objetivo.
Mecánica	Retroalimentación: información sobre el desempeño del jugador.
	Adquisición de recursos: obtención de elementos en el sistema.
Mecánica	Recompensas: beneficio o logro que se recibe por alguna acción
	Transacciones: intercambio entre jugadores o intermediarios.
Mecánica	Turnos: participación secuencial por alternancia de cada jugador.
	Ganancia de estados: objetivo que convierte al jugador en ganador.
Dinámica	Restricciones: limitaciones artificiales que limitan el avance.
	Emociones: curiosidad, competitividad, frustración, felicidad, ...
Dinámica	Narrativa: historia coherente que envuelve la actividad.
	Progresión: crecimiento y desarrollo del jugador.
Dinámica	Relaciones sociales: interacción social que genera lazos

OBJETIVOS

En vista de lo anterior, proponemos el análisis de SA gamificadas de una programación didáctica anual (PDA) de Matemáticas de Educación Secundaria Obligatoria (ESO) (12-16 años) de Canarias (España). El análisis pretende observar dos aspectos principales en las SA gamificadas:

- Conocer qué categorías y elementos poseen las SA gamificadas de matemáticas.
- Analizar qué tipo de conocimientos matemáticos y cómo se presentan en las SA gamificadas.

Con ello se pretende estudiar las características que poseen las situaciones de aprendizaje y cómo se interrelacionan los elementos de la gamificación y el contenido matemático que se pretende enseñar.

METODOLOGÍA

Hemos realizado un estudio de tipo empírico y cualitativo (Cohen et al., 2018) en el que se emplea como técnica el análisis del contenido (Krippendorff, 2013). Se pretende estudiar las oportunidades de aprendizaje que ofrecen las SA con metodología basada en la gamificación para el aprendizaje de los conceptos matemáticos que incorporan en las PDA del proyecto Brújula 20 de la Consejería de Educación del Gobierno de Canarias para la ESO. Se trata de un conjunto de PDA para toda la ESO que se ofrece a todos los docentes de la enseñanza pública y concertada del Gobierno de Canarias, y es de acceso restringido para estos docentes.

MUESTRA Y UNIDADES DE ANÁLISIS

Se realizó una muestra intencional, en la que se ha seleccionado la PDA del citado proyecto que contiene más SA gamificadas. Así, se eligió la PDA de 3.º ESO (15 años), con cinco SA gamificadas (Tabla 2), configurando estas las unidades de análisis.

Tabla 2. Unidades de análisis seleccionadas y sentido matemático. Fuente: Elaboración propia

SA	Denominación	Sentidos matemáticos
2	¡Q-uzzle!	Sentido numérico
6	Álgebra Royale	Sentido algebraico
7	Asesinato en el museo	Sentido medida y espacial
9	Los insólitos viajes de Gulliver	Sentido numérico y medida
10	Escapando del sistema	Sentido algebraico

Categorías de análisis

Para el análisis de las SA se proponen las siguientes categorías.

a. Conocimiento matemático. conceptual (centrado en el significado y características de las relaciones entre entidades matemáticas), o procedimental (centrado en las acciones sistemáticas y ordenadas con los que resolver un problema matemático).

b. Nivel de articulación. Con el que identificar 'como se muestra la gamificación en la SA, para lo que se analizan todas las actividades propuestas en cada SA, señalando si las actividades gamificadas tienen o no relación entre sí y en qué momento se presentan. Esto permite establecer dos niveles de articulación:

- Nivel 1. La gamificación es una actividad aislada, sin conexión entre sí.
- Nivel 2. La gamificación vertebrada toda la SA, con diversas actividades conectadas entre sí.

c. Componentes, Mecánica y Dinámica. Identificación de la presencia o ausencia de los elementos fundamentales asociados a cada categoría de la gamificación.

Procedimiento de análisis

En primer lugar, se seleccionaron las unidades en las que se llevó a cabo el análisis del contenido, lo que permitió identificar de manera sistemática y objetiva las distintas categorías. Posteriormente, los investigadores codificaron las unidades de análisis de acuerdo con las categorías antes descritas. La fiabilidad de la codificación se mantuvo mediante sesiones de codificación conjunta y discusión de los desacuerdos hasta lograr el acuerdo.

RESULTADOS

Tal y como señalamos anteriormente, la PDA cuenta con 13 SA de las que 5 señalan en su metodología que incorporan una estrategia basada en la gamificación o bien alguna actividad gamificada. Los resultados obtenidos de muestran en la Tabla 3 desglosados según las categorías de análisis y las SA que siguen una gamificación.

Tabla 3. Categorías de análisis. Fuente: Elaboración propia

		<i>Situaciones de aprendizaje</i>				
		2	6	7	9	10
<i>Contenido matemático</i>	Conceptual					
	Procedimental	X	X	X	X	X
<i>Nivel de articulación</i>	1	X				X
	2		X	X	X	
<i>Componentes</i>	Logros	X	X	X	X	X

	Insignias		X		X	
	Combates contra jefes		X		X	
	Desbloqueo de contenido	X	X	X	X	
	Niveles		X	X	X	
	Puntos	X			X	
	Misiones	X	X	X	X	X
	Equipos		X	X	X	X
<i>Mecánica</i>	Desafíos	X	X	X	X	X
	Competición		X			X
	Cooperación			X	X	X
	Retroalimentación	X	X	X		
	Transacciones				X	
	Avance de niveles	X	X	X	X	X
	Ganancia de estados					X
<i>Dinámica</i>	Restricciones	X	X	X	X	
	Emociones	X	X	X	X	X
	Narrativa	X	X	X	X	X
	Progresión	X	X	X	X	
	Relaciones sociales		X	X		

A. Contenido matemático

Las SA analizadas desarrollan conocimientos matemáticos de diferentes tópicos matemáticos: numérico, algebraico, medida y geometría. El único que no está presente es el sentido estocástico.

Todas las SA analizadas abordan el conocimiento procedimental de las matemáticas, con el que se promueve el desarrollo de habilidades de cálculo numérico o algebraico o la medición de alturas mediante el uso del teorema de tales o de Pitágoras, tal y como se puede observar en el ejemplo de la SA6 (Figura 1). Además, se identifica sólo la SA 9 y SA10 con contenidos matemáticos contextualizados con la temática en la que se contextualiza la gamificación. En el primer caso se trabaja con cantidades grandes o pequeñas en un viaje por el cuerpo humano (Figura 2), y en el segundo caso son problemas contextualizados en la situación de un viaje.

Figura 1. Ejemplos de actividades de la SA6.
Fuente: Elaboración propia



ARENA 1

Entrenamiento Polinomios

Nombre: _____
Clan: _____

COMBATE 1: Simplifica los términos semejantes y ordénalos de mayor a menor.

$$2x^2 + 3x^2 - 4x + 6 - 5x^2 - 5 - 15x^2 =$$

COMBATE 2: Escribe un polinomio de grado 6 ordenado y sin término independiente.

Figura 2. Ejemplos de actividades de SA9.
Fuente: Elaboración propia

Recurso 30: Prueba cooperativa

Problema 1: En este problema vamos a hablar de glóbulos rojos. Recuerda explicar cómo realizas los cálculos y responder paso a paso.

a) El diámetro de un glóbulo rojo es 0,0000737mm y tiene una vida de alrededor de 120 días. Expresa estas cantidades en notación científica.

b) Un recuento normal de glóbulos rojos para un hombre adulto es entre $4,6 \times 10^{12}$ y $6,2 \times 10^{12}$ por litro de sangre. Si se tienen alrededor de 5,5 litros de sangre... ¡eso es un montón de células!
¿Podrías calcular cuántos glóbulos rojos tiene? Expresa esa cantidad en notación científica y notación decimal.



B. Nivel de articulación

Las SA2 realiza una actividad gamificada situada dentro de la Actividad 2 prevista en la SA. Por su parte, la SA10 (Figura 3) ofrece una actividad final gamificada que servirá de refuerzo de lo aprendido sobre sistemas de ecuaciones. Por tratarse de actividades aisladas se consideran en el Nivel 1 de articulación. Las SA6, SA7 y SA9, en cambio, son gamificaciones que se desarrollan a lo largo de toda la propuesta y son una justificación para el avance en el conocimiento matemático pretendido.

Figura 3. Ejemplos de programación de la SA10. Fuente: Elaboración propia

Actividad 3. Escapar del sistema.
Sesión 7. Con el objetivo de aumentar la motivación en nuestro alumnado, introduciremos en el aula una actividad gamificada para reforzar y consolidar el planteamiento y la resolución de problemas contextualizados, como aplicación de los contenidos ya adquiridos en esta situación de aprendizaje. Esta gamificación consistirá en un <i>escape room</i> educativo y digital (Recurso 5) basado en la resolución de problemas, aplicando para ello sistemas de ecuaciones lineales. El alumnado, por grupos, comenzará el juego con una pista que le indicará el lugar donde tiene que buscar la primera prueba. Esa pista

C. Elementos de la gamificación

Componentes

Todas las SA analizadas contienen *logros* y *misiones* en su propuesta (Figura 4). Además, salvo la SA10, el resto también presenta *desbloqueo de contenido* cuando conseguían un determinado nivel. Y la SA2 es la única que se desarrolla de forma individual. Tres SA poseen *niveles* (SA6, SA7, SA9) y sólo en dos SA se muestran *insignias*, *combates* o *puntos*.

Figura 4. Ejemplos misiones y puntos de SA2 y SA9, respectivamente. Fuente: Elaboración propia



Mecánicas

Todas las SA analizadas presentan *desafíos* que están organizados para realizar un *avance por niveles* (Figura 5). Así, en la SA6, por ejemplo, se proponen niveles por los que deben transitar los estudiantes y, para superarlos, cada estudiante dispondrá de la ayuda de su clan (equipo), salvo en el momento final, donde deberá demostrar de forma individual que ha adquirido los conocimientos adecuados para avanzar a la siguiente arena o nivel.

Tres SA incorporan *retroalimentación* (SA2, SA6 y SA7), mediante la adquisición de las claves o datos ocultos que les permiten avanzar. Otras tres se desarrollan mediante *cooperación* (SA7, SA9 y SA10), requiriendo el trabajo del equipo. Mientras que dos SA siguen una mecánica de *competición* (SA6 y SA10), en la que existen enfrentamientos individuales y colectivos. Finalmente, una SA incorpora *transacciones* (SA9) en la que se intercambian puntos por ventajas (tiempo extra, eliminación de preguntas, ayuda del docente o de compañeros, etc.), y otra SA *ganancia de estados* (SA10) en la que tras la acumulación de logros se obtiene la victoria en el juego.

Figura 5. Ejemplo de avance por niveles (SA7) y transacciones (SA9). Fuente: Elaboración propia



Dinámicas

Respecto a las dinámicas, se utiliza una narrativa diferente en cada SA. Así, la SA2 es está ambientada en una aventura, la SA6 es una adaptación del juego Clash Royale, la SA7 se ambienta en la

investigación de un asesinato, la SA9 se ambienta en el cuerpo humano, el espacio y una isla mágica de potencias y la SA10 es un escape room orientado. Los tipos de gamificación utilizados son juego de pistas (SA2 y SA7) (Figura 6), juego de desafíos (SA6), escape room (SA10), o un juego adaptado (SA6). Todos pretenden una respuesta emocional en los estudiantes, destacando la curiosidad y la competitividad. Salvo el escape room, todos poseen restricciones que deben superar para progresar.

Figura 6. Ejemplos de información facilitada por la SA7. Fuente: Elaboración propia

 Sauce Sánchez Sosa Pintor no conocido Afirma que se encontraba solo en su domicilio en el momento del asesinato, de dónde no se movió durante todas la noche.	Domicilio: Miguel Servet, 28 (Plano D6 - Nº ①)	Edad: 23 Estatura: 1,72 m			
	Posibles motivos <table border="1"><tr><td>Venganza</td><td>Vendetta familiar</td></tr><tr><td>Resentimiento</td><td>Ofensa intelectual</td></tr></table>		Venganza	Vendetta familiar	Resentimiento
Venganza	Vendetta familiar				
Resentimiento	Ofensa intelectual				

ESCENA 1 Escena del crimen 	☐ Píldora 1a: Semejanza de triángulos
	☐ Píldora 1b: Semejanza de triángulos
	☐ Notas Cornell 1
	☐ Entrenamiento 1
	☐ Código 1: _____
	☐ Conclusiones (1) para la Investigación:

CONCLUSIONES

En este trabajo hemos analizado cinco SA de una PDA de matemáticas de 3.º ESO que incluyen la metodología de gamificación en una o varias actividades que se proponen, con objeto de profundizar en los elementos que definen la gamificación y cómo se relaciona con el contenido matemático que promueven. Para esto se han estudiado las categorías y elementos que identifican la gamificación.

Con respecto a las componentes de la gamificación observamos que las SA analizadas poseen elementos comunes como son los logros, las misiones y el trabajo en equipo o el desbloqueo de contenidos una vez se alcanza un nivel. Pero otros componentes no están presentes como pueden ser avatares, los coleccionables o el establecimiento de rankings. En cuanto a cómo se relacionan estas componentes y dan lugar a la mecánica de la gamificación, se observa que es común en todas las SA la superación de desafíos que permitan el avance por los diferentes niveles. También es importante la retroalimentación y la cooperación entre los diferentes equipos que compiten. Pero es destacable que no se establezcan turnos, ni la adquisición de recompensas que permitan incentivar la motivación en el juego. Finalmente, las dinámicas se fundamentan en la narrativa o contexto en el que se construye la gamificación y, aunque hay otros elementos, como la emoción del juego, quedará a expensas de los retos y la progresión de la actividad. Este resultado lo ha señalado Moreira Parrales et al. (2024), para quienes los principales componentes son los puntos (clasificación de logros), las principales mecánicas son la competencia/cooperación y los desafíos y la principal dinámica es la narrativa. Todos ellos se encuentran en la SA analizadas, lo que nos permite señalar como elementos a incorporar en el diseño de SA gamificadas. Hay que destacar la SA10 por tratarse de un escape room, que, a diferencia de otros, es dirigido, pues posee una ruta de desarrollo. Además, se trata de una gamificación con finalidad de comprobación de conocimiento y, por tanto, de cierre de la SA, a diferencia del resto de gamificaciones, que se desarrollan a la vez que el proceso de aprendizaje.

Con respecto a la matemática que promueven estas SA abarcan diferentes conocimientos matemáticos, en el mismo sentido que lo indicado por Yan y Matore (2023), siendo más frecuente el uso del conocimiento procedimental que el conceptual, pues la contextualización está pensada para la aplicación del conocimiento matemático y, si fuera necesario, se proponen nuevas actividades para adiestrarse en dicho procedimiento. También se ha observado que tres de las cinco SA se articulan a lo largo de toda la SA, lo que conlleva gamificaciones con categorías más completas.

En definitiva, el análisis realizado permite identificar las características del conocimiento matemático que promueve la gamificación, establecer sus categorías y evidenciar elementos poco desarrollados de cara a nuevas gamificaciones. Además, se ha observado la necesidad de promover gamificaciones que aborden el conocimiento conceptual de la matemática.

Referencias

- Cohen, L., Manion, L. y Morrison, K. (2018). *Research methods in education (8th edition)*. Routledge.
- Caponetto, I., Earp, J. y Ott, M. (2014). Gamification and education: A literature review. En *European conference on game-based learning, 1*, pp. 50-57.
- Castro A., Prat, M. y Gorgorió, N. (2016). Conocimiento conceptual y procedimental en matemáticas: su evolución tras décadas de investigación. *Revista de Educación*, 374, 43-68.
- Deterding, S., Dixon, D., Khaled, R. y Nacke, I. (2011). Gamification: Toward a definition. *Proceedings CHI 2011*, pp. 1-4, Vancouver.
- Frey, B. B. (2018). *The SAGE Encyclopedia of Educational Research, Measurement and Evaluation*. Sage publications.
- Groh, F. (2011). Gamification: State of the art definition and utilization. En N. Asaj, B. Könings, M. Poguntke, F. Schaub, B. Wiedersheim y M. Weber (Eds.). *Proceedings of the 4th seminar on Research Trends in Media Informatics* (pp. 39-45).
- Koster, R. (2005). *A theory of fun for game design*. Paraglyph Press.
- Krippendorff, K. (2013). *Metodología de análisis de contenido: Teoría y práctica*. Paidós.
- Ministerio de Educación, Formación Profesional y Deportes (MEFPD) (2023). *PISA 2022. Programa para la Evaluación Internacional de los Estudiantes. Informe Español*. Instituto Nacional de Evaluación Educativa (INEE).
- Moreira Parrales, M. L., Mejía Carrillo, M. de J., Suárez Ibujes, M. O. y Torres Peñafiel, J. S. Gamification for learning mathematics in secondary school: Most effective gamified strategies to motivate students and improve their performance in mathematics. *Salud, Ciencia y Tecnología*, 4 (1016). <https://doi.org/10.56294/saludcyt20241016>.
- Pan, Y., Ke, F. y Xu, X (2022). A systematic review of the role of learning games in fostering mathematics education in K-12 settings. *Educational Research Review*, 36, 100448. <https://doi.org/10.1016/j.edurev.2022.100448>
- Pereira-Oliveira, R., Gomes de Souza, C., da Cunha Reis, A. y Medeiros de Souza, W. (2021). Gamification in E-Learning and Sustainability: A Theoretical Framework. *Sustainability*, 13(21), 11945. <https://doi.org/10.3390/su132111945>
- Real Decreto 217/2022, de 29 de marzo, por el que se establece la ordenación y las enseñanzas mínimas de la Educación Secundaria Obligatoria. *Boletín Oficial del Estado*, 76, 41571-41789.
- Rengifo, P., Smith, Y., Vargas, E. O., y Muñoz, J. I. (2017). Experiencias motivacionales gamificadas: una revisión sistemática de literatura. *Innovación educativa*, 17(75), 6380.
- Rodríguez, C. (2018). Gamificación en educación superior: experiencia innovadora para motivar estudiantes y dinamizar contenidos en el aula. *Edutec, Revista Electrónica de Tecnología Educativa*, 63, 29-41. <https://doi.org/10.21556/edutec.2018.63.927>
- Russo, J., Kalogeropoulos, P., Bragg, L. A. y Heyeres, M. (2024). Non-Digital games that promote mathematical learning in Primary Years students: A systematic review. *Education Sciences*, 14, 200. <https://doi.org/10.3390/educsci14020200>.
- Vankúš, P. (2021). Influence of game-based learning in mathematics education on students' affective domain: A systematic review. *Mathematics*, 9, 986.
- Werbach, K. y Hunter, D. (2015). *The gamification toolkit: dynamics, mechanics, and components for the win*. University of Pennsylvania Press.
- Yan, L.L.L. y Matore, M. E. (2023). Gamification trend in Students' Mathematics Learning through systematic literature review. *International Journal of Academic Research in Progressive Education and Development*, 12(1), 433-461.