

José Antonio Baculima-Suárez; Cristián Andrés Erazo-Álvarez

[DOI 10.35381/cm.v8i3.799](https://doi.org/10.35381/cm.v8i3.799)

App gamificada para el aprendizaje activo de ecuaciones lineales

Gamified app for active learning of linear equations

José Antonio Baculima-Suárez
jbaculima@ucacue.edu.ec
Universidad Católica de Cuenca, Azogues, Azogues
Ecuador
<https://orcid.org/0000-0002-6695-665X>

Cristián Andrés Erazo-Álvarez
cristianerazo@ucacue.edu.ec
Universidad Católica de Cuenca, Azogues, Azogues
Ecuador
<https://orcid.org/0000-0001-8746-4788>

Recibido: 15 de abril 2022
Revisado: 10 de junio 2022
Aprobado: 15 de julio 2022
Publicado: 01 de agosto 2022

José Antonio Baculima-Suárez; Cristián Andrés Erazo-Álvarez

RESUMEN

La matemática como una materia indispensable para crear competencias para el futuro, requiere un adecuado aprendizaje. El presente estudio analiza la gamificación como una estrategia para el aprendizaje activo de ecuaciones lineales; realizado mediante un diseño cuasiexperimental aplicando un enfoque mixto; se realizó un pretest para identificar conocimientos previos; se aplicó una app gamificada para el aprendizaje activo de ecuaciones lineales; y, finalmente, mediante un posttest y grupo focal, se evaluó de qué manera el uso de la gamificación como estrategia didáctica pudo aportar al aprendizaje de ecuaciones lineales. Mediante la app gamificada los estudiantes sienten curiosidad y motivación, con ganas de aprender; sin embargo, la app gamificada no aportó de forma significativa al aprendizaje de ecuaciones lineales, evidenciando que por sí solo el recurso tecnológico no genera conocimiento en los estudiantes, debiéndose tomar en cuenta principalmente el enfoque pedagógico del docente como gestor del conocimiento.

Descriptores: Juego educativo; aprendizaje; matemática. (Tesauro UNESCO).

ABSTRACT

Mathematics as an indispensable subject to create competences for the future requires adequate learning. The present study analyzes gamification as a strategy for the active learning of linear equations; carried out through a quasi-experimental design applying a mixed approach; a pretest was conducted to identify prior knowledge; a gamified app was applied for the active learning of linear equations; and finally, through a posttest and focus group, it was evaluated how the use of gamification as a didactic strategy could contribute to the learning of linear equations. By means of the gamified app, students feel curiosity and motivation, eager to learn; however, the gamified app did not contribute significantly to the learning of linear equations, showing that the technological resource alone does not generate knowledge in students, taking into account mainly the pedagogical approach of the teacher as a knowledge manager.

Keywords: Educational game; learning; mathematics. (UNESCO Thesaurus).

José Antonio Baculima-Suárez; Cristián Andrés Erazo-Álvarez

INTRODUCCIÓN

Tener competencias en matemática es fundamental para poder seguir aprendiendo, ya que constituyen habilidades necesarias en el desarrollo de nuevos conocimientos durante la formación académica y desarrollo profesional; sin embargo, la Organización de las Naciones Unidas para la Cultura, las Ciencias y la Educación [UNESCO] (2021) informa en el Estudio Regional Comparativo y Explicativo [ERCE] realizado en 2019, que en Latinoamérica existen bajos niveles en competencias matemáticas, lo cual no permite el desarrollo del potencial de los estudiantes, más aún en pandemia que no han podido asistir a las escuelas por meses, retrocediendo en los aprendizajes y poniendo a una generación entera en riesgo.

En este sentido, Ecuador no alcanzó el nivel de desempeño básico en matemática en un 70.9% de los estudiantes, según el Instituto Nacional de Evaluación Educativa [INEVAL] (2018), en su informe Educación en Ecuador Resultados del Programa Internacional para la Evaluación de Estudiantes para el Desarrollo [PISA-D]; evidenciando en los estudiantes ecuatorianos graves dificultades para desarrollar su potencial en situaciones que requieran competencias matemáticas, poniendo así en desventaja el aprendizaje de otras materias y situando a un gran porcentaje de estudiantes a tener dificultades académicas.

En concordancia con lo mencionado anteriormente, en Ecuador, (Guagcha-Yautibug, 2017), indica dificultades en el aprendizaje de la materia de matemática en estudiantes de primer año de bachillerato general unificado; mientras (Bravo-Guerrera, 2020), señala a estudiantes que atraviesan una serie de dificultades durante el ingreso a la universidad a causa de las bases matemáticas que traen del colegio, ya que son insuficientes; en consecuencia, (Balladares et al. 2020), aseguran un aprendizaje más rápido en la asignatura de matemáticas y cálculo, en los estudiantes que tienen sólidas bases de conocimiento matemático.

José Antonio Baculima-Suárez; Cristián Andrés Erazo-Álvarez

La causa de este déficit puede ser por la ausencia de técnicas, métodos y estrategias para el aprendizaje efectivo de la matemática, lo que propicia en los estudiantes problemas en su razonamiento y falta de habilidades para enfrentar su desarrollo académico y profesional (Barrionuevo, 2020). Por tanto, el objetivo de este estudio es analizar como la gamificación puede aportar a la didáctica de la matemática para el aprendizaje de ecuaciones en estudiantes de 10mo de EGB de la Unidad Educativa Porvenir de Cuenca, Ecuador.

Se requiere emplear una nueva didáctica para la enseñanza de la matemática, mediante el aprendizaje activo en los estudiantes; por ello, se propone a la gamificación como estrategia didáctica para el desarrollo activo de habilidades matemáticas y en particular del tema de ecuaciones. Según Kapp (2012) la gamificación es “el uso de los mecanismos, la estética y el pensamiento de los juegos para atraer a las personas, incitar a la acción, promover el aprendizaje y resolver problemas” (p. 10), con lo que se pretende desarrollar de esta manera la competencia matemática en estudiantes de décimo año de educación general básica.

La matemática es una de las bases fundamentales para el desarrollo de nuevos conocimientos, por lo tanto, garantizar habilidades matemáticas mediante estrategias didácticas como el uso de la gamificación es prioritario. En tal sentido, es importante revisar las diferentes investigaciones realizadas sobre este tema, desde un abordaje geográfico para conocer los principales resultados en este contexto de gamificación, didáctica y matemática.

Desde el ámbito global, (Rozhenko et al. 2021), mencionan la utilización de la gamificación en Rusia, aplicada a estudiantes universitarios de primeros años en las áreas de Matemáticas y Ciencias de la Computación, así como al área de Matemática Aplicada e Informática. Los resultados del estudio demuestran en general que el uso de la gamificación incrementa la motivación de los estudiantes, ayuda en su aprendizaje activo, incluso cuando se estudian disciplinas matemáticas difíciles.

José Antonio Baculima-Suárez; Cristián Andrés Erazo-Álvarez

Así mismo en Hungría, (Szilágyi & Körei, 2021), aplicaron la gamificación en el aprendizaje de límites de funciones matemáticas, donde no solo sirvió para transferir y practicar contenidos sobre el tema, sino también para el desarrollo del pensamiento lógico, la memoria, habilidades de resolución de problemas, concentración, habilidades para conteo, planificación eficiente y trabajo en equipo. En Italia sin embargo, la investigación realizada por (Malvasi & Recio-Moreno, 2022), indican que los estudiantes apenas perciben el uso de la estrategia de gamificación aplicada por los docentes en el área de matemática.

En el ámbito regional podemos encontrar investigaciones como las realizadas en Colombia por (Zabala-Vargas et al. 2021), quienes argumentan que el aprendizaje gamificado de la matemática en el primer año de ingeniería, puede ser usado para fortalecer los procesos educativos, donde los estudiantes tienen un alto nivel de motivación. Por estas razones, (Muñoz-Sanabria & Vargas-Ordoñez, 2019), evidencian una necesidad de cambio hacia una metodología más activa, por ello recomiendan a las instituciones y docentes adopten herramientas innovadoras que motiven a los estudiantes a aprender a través de juegos.

Por otro lado, en México, (Leyva-Carrillo et al. 2019), aplicaron la gamificación en la materia de Métodos Numéricos, donde concluyeron que los docentes aplicando esta estrategia aumentan su capacidad creativa, su curiosidad por explorar e innovar nuevas formas de enseñar y transmitir el conocimiento, de esta manera superan su desempeño docente. Mientras que, en Brasil, (Pires et al. 2019), aplicaron la gamificación en niños de escuela primaria para la resolución de problemas matemáticos, demostrando la capacidad de promover el desarrollo de pensamiento computacional, así como un impacto directo en actividades matemáticas destinadas a la resolución de problemas.

En el ámbito local, en Ecuador se han realizado investigaciones donde se aplica la gamificación como una herramienta didáctica moderna, en estudiantes de educación básica; en los resultados de (Escobar et al. 2020), se evidenció que la gamificación

José Antonio Baculima-Suárez; Cristián Andrés Erazo-Álvarez

permite realizar adaptaciones curriculares para dinamizar el aprendizaje e interactuar con el mismo, mejorando el rendimiento académico de los estudiantes; de la misma manera (Jácome-Amores et al. 2021), indican que es una herramienta potencial para desarrollar estrategias de aprendizaje y que apoyan la labor docente en el aula, mejorando el rendimiento de los estudiantes.

Finalmente, en la ciudad de Loja – Ecuador, mediante un escenario real de aplicación de la gamificación, (Torres-Carrión et al. 2018), elaboran una investigación aplicando una herramienta digital creada para niños con problemas de aprendizaje en matemática, donde comprueban que este recurso es una herramienta eficaz para tratar a los niños que padecen discalculia. Es evidente el rol que desempeña la gamificación en la educación como estrategia didáctica, y en especial al ser usado para la enseñanza de la matemática.

En tal sentido, es necesario comprender que la competencia matemática según (Niss, 2003), es la capacidad de comprender y aplicar las matemáticas en diferentes situaciones, esto implica llevar a cabo procedimientos matemáticos para resolver diferentes problemas; para ello, menciona ocho competencias matemáticas que son: “pensar matemáticamente, plantear y resolver problemas matemáticos, construir modelos matemáticos, razonar matemáticamente, representar entidades matemáticas, manejar símbolos matemáticos y formalismos; comunicar en, con y sobre matemáticas; y, uso de recursos y herramientas” (p. 218-219).

Según los conceptos de la (Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos [OCDE], 2006), se puede inferir que las características de un individuo competente matemáticamente son: la capacidad para entender el rol que juega las matemáticas en el mundo que nos rodea; y, hacer uso adecuado de las matemáticas para satisfacer las necesidades de la vida de forma constructiva, como un ciudadano preocupado y reflexivo. Estas características se forman a partir de tener competencias matemáticas adecuadamente formadas desde los estudios primarios en escuela y colegio.

José Antonio Baculima-Suárez; Cristián Andrés Erazo-Álvarez

Para poder facilitar las competencias matemáticas tan necesarias en el desarrollo de los individuos, desde los aportes de (Brousseau, 2011), es menester mencionar que la didáctica de la matemática se encarga de modelar las condiciones necesarias bajo las cuales se producen, comunican y aprenden los conocimientos matemáticos; en este contexto, se menciona a dos situaciones que modelan las condiciones necesarias para el desarrollo del conocimiento matemático; las situaciones matemáticas en las que no se programa intervención didáctica alguna y las situaciones didácticas que incluyen una situación matemática, condicionada por la intervención del docente.

Las situaciones matemáticas son por ejemplo los ejercicios y problemas que se han usado durante mucho tiempo para la educación matemática, representando condiciones mínimas necesarias para explicar o justificar la implementación de un enunciado matemático. Mientras que las situaciones didácticas implican al docente conduciendo a los estudiantes a la adopción directa de conductas específicas (Brousseau, 2011); las cuales en este caso aprovechadas para un aprendizaje de las matemáticas.

Dentro de las situaciones didácticas se puede aplicar como estrategia un aprendizaje activo, que se basa en la teoría del constructivismo, donde los alumnos construyen su propio conocimiento según Jean Piaget, iniciador de la teoría (Wadsworth, 1996); desde este enfoque (Johnson et al. 1991), mencionan la importancia de involucrar de forma activa a los estudiantes en el proceso educativo. Los estudiantes deben desarrollar activamente su aprendizaje, mientras el docente propicia el ambiente para este desarrollo.

El ambiente de aprendizaje que el docente puede crear en el aula, se puede realizar mediante una estrategia de aprendizaje activo llamada gamificación; que, según (Kapp, 2012), se refiere a utilizar las dinámicas, la estética y el pensamiento de los juegos para involucrar y motivar a la acción, estimular los aprendizajes y la resolución de problemas. Por otro lado, (Zichermann & Cunningham, 2011), definen a la gamificación como un

proceso para atraer, en este caso, a los estudiantes y que desarrollen su aprendizaje haciéndolos resolver problemas.

Los autores mencionados anteriormente indican que la gamificación usa las técnicas de los juegos para enfocar el pensamiento y motivarse, lo cual influye en la conducta del jugador, tanto social como psicológicamente. Esto se logra mediante los elementos que están presentes en la gamificación, como son los niveles, indicadores de progreso, los avatares, los premios o puntos, las insignias, entre los más importantes; los cuales predisponen al jugador a seguir en el juego, estimulando su aprendizaje.

En este sentido se aplica la gamificación para la enseñanza – aprendizaje de diferentes áreas, entre ellas la matemática, que tiene un rol importante para desarrollar competencias necesarias para el aprendizaje de nuevos conocimientos, además de desarrollar interrelaciones con el medio social y ambiental; propiciando así, el desarrollo del pensamiento lógico, científico y teórico (Cruz-Ramírez, 2002; EFE, 2021).

METODOLOGÍA

Para el desarrollo de la investigación se realizó un estudio cuasiexperimental, planteando un enfoque mixto con alcance descriptivo, usando para ello las técnicas de test y grupo focal; tomando en cuenta para este análisis y uso de instrumentos los aportes de (Hernández-Sampieri et al. 2014). El análisis cuantitativo se realizó mediante un pretest con ocho preguntas, previamente validado (Alfa de Cronbach=0.886), que identificó el nivel de conocimiento de ecuaciones, en los estudiantes de décimo año de educación general básica de la Unidad Educativa Porvenir de Cuenca, Ecuador.

Mediante una revisión bibliográfica se encontraron los elementos de gamificación necesarios que puedan aportar a mejorar los resultados de aprendizaje de ecuaciones de primer grado; con esta información se diseñó una estrategia didáctica de gamificación, mediante una aplicación para dispositivos móviles gamificada, apta para la enseñanza –

José Antonio Baculima-Suárez; Cristián Andrés Erazo-Álvarez

aprendizaje de ecuaciones de primer grado, utilizando para ello el entorno de desarrollo en línea AppInventor.

Se aplicó la estrategia de gamificación, mediante la app creada en AppInventor y se evaluó el aprendizaje generado mediante el instrumento posttest, para conocer de qué manera el uso de la estrategia didáctica de gamificación aportó al aprendizaje de ecuaciones de primer grado en los estudiantes. Se aplicó adicionalmente una guía de grupo focal, para que los alumnos compartan sus opiniones sobre el proceso de enseñanza (Hamui-Sutton & Varela-Ruiz, 2013); con ello, evaluar a alumnos estratégicamente seleccionados para obtener información sobre su proceso de aprendizaje con la estrategia aplicada.

La toma de información y aplicación de la app gamificada se realizó en cinco sesiones de clase de 40 minutos cada una; en la primera sesión se realizó el pretest, en la segunda y tercera sesión se instaló la app y se aplicó en los estudiantes, en la cuarta sesión se realizó el posttest y finalmente en la quinta sesión se evaluó los resultados en el grupo focal formado por seis estudiantes seleccionados.

La población de estudio fue de 21 estudiantes de décimo año de educación general básica de la unidad educativa particular Porvenir del período académico 2021 – 2022, dentro de la materia de matemática; así mismo, para el análisis de los datos cuantitativos se recurrió a la estadística descriptiva e inferencial, usando el software estadístico SPSS 26, para organizar, analizar e interpretar los datos, los mismos que serán de gran importancia para obtener resultados que en conjunto con el análisis cualitativo, darán respuesta al objetivo de investigación planteado.

José Antonio Baculima-Suárez; Cristián Andrés Erazo-Álvarez

RESULTADOS

La investigación se realizó a la población total de estudiantes de décimo de educación general básica (21 estudiantes) de la Unidad Educativa particular Porvenir de la ciudad de Cuenca, Ecuador, previo consentimiento informado de los padres de familia o representantes de los estudiantes. Del total de estudiantes evaluados, 11 (52.4%) son de sexo femenino y 10 (47.6%) son de sexo masculino, existiendo equidad en el sexo de los estudiantes ($\text{Chi-cuadrado}=0.048$, $p=0.827$).

El enfoque de investigación fue cuasiexperimental, donde se realizó un pretest a los estudiantes, mediante un cuestionario validado con el análisis estadístico de fiabilidad Alfa de Cronbach (Valor de la prueba=0.886). El cuestionario consistió en 8 ejercicios a resolver sobre ecuaciones, clasificados la mitad como ejercicios simples (con sumas y restas) y la otra mitad como ejercicios complejos (con productos o fracciones). En cada pregunta se observó la resolución del ejercicio, asignándose un puntaje y categoría de forma estructurada como se muestra en la Tabla 1.

Tabla 1

Puntaje y categoría asignado a cada ejercicio, según su resolución.

Puntaje	Categoría según condición observada
0	Realiza incorrectamente el ejercicio o no lo realiza
1	Realiza operaciones previas como quitar paréntesis, quitar denominadores Agrupa los términos con X en un miembro y los términos independientes en el
2	otro
3	Reduce los términos semejantes
4	Despeja la incógnita y obtiene la respuesta

Fuente: Los autores.

José Antonio Baculima-Suárez; Cristián Andrés Erazo-Álvarez

Pretest

El pretest se aplicó a 20 estudiantes de la población de estudio previo a la aplicación de la App para el aprendizaje activo de ecuaciones lineales; los estudiantes según la planificación institucional vienen con conocimientos previos sobre ecuaciones, estudiados en los años anteriores (8vo y 9no de Educación General Básica), contenidos recibidos en modalidad virtual durante la pandemia; además, recibieron en el presente año (10mo de Educación General Básica) clases normales sobre el tema de ecuaciones. La media de calificación del pretest sobre 10 puntos es 2.06 (DE=2.49), la mitad de los estudiantes tienen una nota menor o igual a 1.25, la nota mínima es 0.00 y la máxima 7.81. En la clasificación de ejercicios simples (ecuaciones con sumas y restas) sobre 10 puntos la media de calificación es 3.34 (DE=3.67), con una nota máxima de 10 puntos, donde la mitad de los alumnos tiene una nota menor o igual a 2.5; mientras que para la clasificación de ejercicios complejos (ecuaciones con productos o fracciones) la media de calificación es 0.78 (DE=1.67), con una nota máxima de 5.63 y al menos la mitad de los alumnos tienen una nota de 0; estos y otros datos se puede observar en la Tabla 2.

Tabla 2

Medidas estadísticas de la variable calificación del pretest.

	Calificación test completo	Calificación según clasificación	
		Ejercicios Simples (ecuaciones con sumas y restas)	Ejercicios Complejos (ecuaciones con productos o fracciones)
N	20	20	20
Media	2,06	3,34	0,78
Mediana	1,25	2,50	0,00
Moda	0,00	0,00	0,00
Desv. Estándar	2,49	3,67	1,67
Rango	7,81	10,00	5,63
Mínimo	0,00	0,00	0,00
Máximo	7,81	10,00	5,63

Fuente: Calificaciones sobre 10 puntos.

Existe diferencia estadísticamente significativa entre la media de calificación de ejercicios simples versus ejercicios complejos; evaluado mediante una prueba paramétrica, al tratarse de una distribución normal (Shapiro-Wilk $p < 0.05$) en ambas variables; teniendo mayor puntaje en los ejercicios simples ($t = 4.156$, $p = 0.001$) donde deben despejar la variable x y obtener la respuesta realizando operaciones de sumas y restas entre términos semejantes.

Según los resultados categorizados (Tabla 3), la mitad de los estudiantes “Realizan incorrectamente el ejercicio o no lo realizan”, mientras que el 10% llega hasta “Reduce los términos semejantes” y ningún estudiante “Despeja la incógnita y obtiene la respuesta”, situación que indica que la mayoría tiene inconvenientes en resolver las ecuaciones (Chi-cuadrado=8.800, $p = 0.032$).

Así mismo, según los ejercicios clasificados en simples y complejos, los estudiantes logran similares resultados al resolver los ejercicios simples (ecuaciones con sumas y restas) en las diferentes categorías, sin que una sea mayor que otra, siendo los porcentajes estadísticamente no significativos (Chi-cuadrado=6.800, $p = 0.079$). Sin embargo, en los ejercicios complejos (ecuaciones con productos o fracciones) la mayoría de los estudiantes “Realiza incorrectamente el ejercicio o no lo realiza” (Chi-cuadrado=15.700, $p = 0.000$).

José Antonio Baculima-Suárez; Cristián Andrés Erazo-Álvarez

Tabla 3
Resultados pretest por categorías.

Categoría observada	Test completo	Según clasificación	
		Ejercicios Simples (Ecuaciones con sumas y restas)	Ejercicios Complejos (Ecuaciones con productos o fracciones)
Realiza incorrectamente el ejercicio o no lo realiza.	50,0	45,0	75,0
Realiza operaciones previas como quitar paréntesis, quitar denominadores.	30,0	5,0	15,0
Agrupar los términos con X en un miembro y los términos independientes en el otro.	10,0	30,0	10,0
Reduce los términos semejantes.	10,0	0,0	0,0
Despeja la incógnita y obtiene la respuesta	0	20,0	0,0
Total	100,0	100,0	100,0

Fuente: Porcentaje sobre el total de estudiantes evaluados.

App gamificada

Se aplicó una app gamificada para el aprendizaje activo de ecuaciones lineales, diseñada y programada en el entorno de desarrollo de software en línea AppInventor del Instituto Tecnológico de Massachusetts (MIT). El diseño del entorno de la app se basó en la serie de moda “Stranger Things” (Figura 1), con el objetivo de que sea llamativa para los estudiantes; el juego consta de tres misiones (Figura 2), las cuales se describen en la Tabla 4.

José Antonio Baculima-Suárez; Cristián Andrés Erazo-Álvarez



Figura 1. Pantalla principal de la app gamificada, entorno basado en la serie “Stranger Things”

Fuente: Imagen de fondo de la app tomada de la portada del libro “Stranger Things Library Edition Volume 1”.

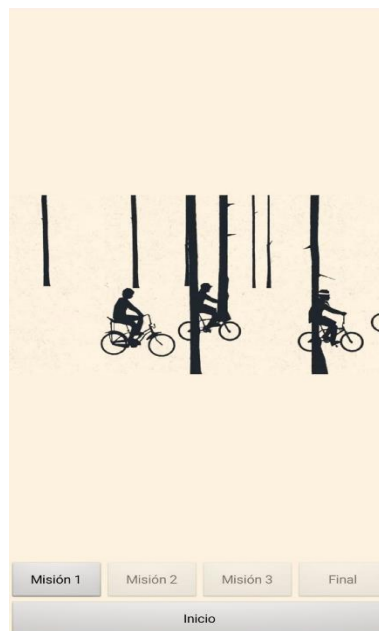


Figura 2. Menú de misiones de la app gamificada

Fuente: Imagen de fondo de la app tomada de www.creativemammals.co/stranger-things

Tabla 4

Misiones de la app gamificada.

Misión	Descripción
	Bicicleta recorriendo su camino evadiendo obstáculos.
1	El objetivo es captar la atención del estudiante y atraerlo hacia el juego. Se presentan recursos adicionales: imágenes y un video de resolución de ecuaciones simples.
2	Actividad interactiva externa del sitio “LiveWorksheets” incrustada en la app. El objetivo es guiar de manera interactiva la resolución de ecuaciones. Se presentan recursos adicionales: video sobre la resolución de ecuaciones complejas (con fracciones y productos).
3	Preguntas de opción múltiple, con vidas y puntaje. El objetivo es que el estudiante ponga a prueba lo aprendido en las misiones anteriores y evalúe su conocimiento sobre ecuaciones.

Elaboración: Los autores.

La app gamificada para el aprendizaje activo de ecuaciones lineales se desarrolló usando dinámicas, estética y el pensamiento de los juegos, como lo define Kapp (2012), para lo cual se implementó algunos de los elementos presentes en la gamificación según los aportes de (Zichermann & Cunningham, 2011); como por ejemplo, las misiones o niveles, los indicadores de logro o progreso, los premios o puntos, las insignias ganadas, entre otros; de tal manera que estimulen al estudiante a seguir en el juego y desarrolle su aprendizaje.

Postest

Los resultados, luego de aplicar la estrategia de gamificación mediante la app creada, se evaluaron a través de un postest, con las mismas preguntas que las del pretest, aplicándolo a los 21 estudiantes de la población. La media de calificaciones sobre 10 puntos es de 2.92 (DE=3.18), la mitad de los estudiantes tienen una nota menor o igual a 2.5, la nota mínima es de 0.00 y la máxima de 10.00 (Tabla 5).

En la clasificación de ejercicios simples (ecuaciones con sumas y restas), sobre 10 puntos, la media de calificación es 4.20 (DE=3.93), con una nota máxima de 10 puntos, donde la mitad de los alumnos tiene una nota menor o igual a 5.00; mientras que para la clasificación de ejercicios complejos (ecuaciones con productos o fracciones) la media de calificación es 1.64 (DE=3.09), con una nota máxima de 10 puntos y al menos la mitad de los alumnos tienen una nota de 0.00; estos y otros datos se puede observar en la Tabla 5.

Tabla 5.

Medidas estadísticas de la variable calificación del postest.

	Calificación test completo	Calificación según clasificación	
		Ejercicios Simples (ecuaciones con sumas y restas)	Ejercicios Simples (ecuaciones con sumas y restas)
N	21	21	21
Media	2,92	4,20	1,64
Mediana	2,50	5,00	0,00
Moda	0,00	0,00	0,00
Desv.	3,18	3,93	3,09
Estándar			
Rango	10,00	10,00	10,00
Mínimo	0,00	0,00	0,00
Máximo	10,00	10,00	10,00

Nota: Calificaciones sobre 10 puntos.

La media de calificaciones en el puntaje de los ejercicios simples, luego de la estrategia de gamificación, sigue siendo mayor que la media de los ejercicios complejos ($t=3.777$, $p=0.001$), pero con un puntaje más alto que en el pretest; evaluado mediante una prueba paramétrica, al tratarse de una distribución normal (Shapiro-Wilk $p<0.05$) en ambas variables.

De acuerdo al análisis de los resultados por categorías (Tabla 6), las proporciones de las categorías en el test completo no son estadísticamente significativos (Chi-cuadrado=6.857, $p=0.144$), logrando resultados similares en las diferentes categorías, a diferencia de las calificaciones del pretest donde la mitad de los estudiantes “Realizan incorrectamente el ejercicio o no lo realizan”.

De la misma manera, de acuerdo a los ejercicios clasificados como simples y complejos, los estudiantes logran resultados equitativos entre las diferentes categorías al resolver ejercicios simples (ecuaciones con sumas y restas) (Chi-cuadrado=4.952, $p=0.292$) al igual que en el pretest. Por otro lado, en los ejercicios complejos (ecuaciones con productos o fracciones) la proporción mayor sigue siendo “Realiza incorrectamente el ejercicio o no lo realiza” (Chi-cuadrado=20.33, $p=0.000$), aunque con menor porcentaje que el pretest; cabe recalcar que en esta categoría el 9.5% de los estudiantes logra “Despeja la incógnita y obtiene la respuesta” a diferencia del 0.0% del pretest.

José Antonio Baculima-Suárez; Cristián Andrés Erazo-Álvarez

Tabla 6.
Resultados posttest por categorías.

Categoría observada	Test completo	Según clasificación	
		Ejercicios Simples (Ecuaciones con sumas y restas)	Ejercicios Complejos (Ecuaciones con productos o fracciones)
Realiza incorrectamente el ejercicio o no lo realiza.	38,1	38,1	67,7
Realiza operaciones previas como quitar paréntesis, quitar denominadores.	28,6	9,5	19,0
Agrupar los términos con X en un miembro y los términos independientes en el otro.	9,5	14,3	4,8
Reduce los términos semejantes.	14,3	19,0	0,0
Despeja la incógnita y obtiene la respuesta	9,5	19,0	9,5
Total	100,0	100,0	100,0

Fuente: Porcentaje sobre el total de estudiantes evaluados.

Pretest Vs Posttest

Comparando las puntuaciones obtenidas por los estudiantes en el pretest (antes de aplicar la app gamificada) y posttest (luego de aplicar la app gamificada), existe una mejora en varias décimas en las medias de puntuación de los posttest luego de aplicar la app gamificada (Tabla 7); sin embargo, estas diferencias no son estadísticamente significativas, ni en el test completo ($t=-1.437$, $p=0.167$), ni en la media de calificación de los ejercicios simples ($t=-1.087$, $p=0.290$) ni ejercicios complejos ($t=-1.435$, $p=0.167$); lo que indica que no existe una mejora en el conocimiento de ecuaciones lineales luego de usar la app gamificada.

José Antonio Baculima-Suárez; Cristián Andrés Erazo-Álvarez

Tabla 7
Calificación pretest VS posttest.

		N	Media	Desv. Estándar
Test completo	Pretest	20	2,06	2,49
	Posttest	21	2,92	3,18
Ejercicios Simples	Pretest	20	3,34	3,67
	Posttest	21	4,20	3,93
Ejercicios Complejos	Pretest	20	0,78	1,67
	Posttest	21	1,64	3,09

Elaboración: Los autores.

De la misma manera, comparando las categorías observadas en la resolución de los ejercicios, en el pretest y posttest (Tabla 8); no hay diferencia estadística de proporciones entre las diferentes categorías antes y después de aplicada la app gamificada (Chi-cuadrado=2.399, $p=0.663$); lo que indica que no hay un cambio significativo en el aprendizaje de las ecuaciones en los estudiantes.

Tabla 8.
Tabla cruzada Categoría observada Vs Tipo de test.

			Tipo de test	
			Pretest	Posttest
Categoría	Realiza incorrectamente el ejercicio o no lo realiza	Recuento	10	8
		% dentro de Tipo de test	50,0%	38,1%
	Realiza operaciones previas como quitar paréntesis, quitar denominadores	Recuento	6	6
		% dentro de Tipo de test	30,0%	28,6%
	Agrupa los términos con X en un miembro y los términos independientes en el otro	Recuento	2	2
		% dentro de Tipo de test	10,0%	9,5%
		Recuento	2	3

José Antonio Baculima-Suárez; Cristián Andrés Erazo-Álvarez

Reduce los términos semejantes	% dentro de Tipo de test	10,0%	14,3%
Despeja la incógnita y obtiene la respuesta	Recuento	0	2
	% dentro de Tipo de test	0,0%	9,5%
Total	Recuento	20	21
	% dentro de Tipo de test	100,0%	100,0%

Elaboración: Los autores.

Grupo focal

Para el grupo focal se reunió de manera presencial a 6 estudiantes, seleccionados de acuerdo al criterio del investigador, de tal manera que pudieran aportar a la investigación desde diferentes puntos de vista y cumplir con el objetivo de analizar cómo la gamificación puede aportar a la didáctica de la matemática para el aprendizaje activo de ecuaciones lineales.

La sesión se programó para una duración de 30 minutos aproximadamente, donde los participantes levantaban la mano para comentar sus experiencias según las preguntas del moderador. Las preguntas realizadas a los participantes se clasificaron en tres categorías que son: uso de la aplicación, conocimientos obtenidos y motivación; a continuación, se detallan en la Tabla 9.

Tabla 9.

Interpretación de resultados cualitativos.

Unidad de Análisis	Categoría	Segmento
Uso de app	Experiencia previa	Los estudiantes vienen ya con un conocimiento en el uso de Tecnologías de Información y Comunicación [TIC] para su aprendizaje; esto por la virtualidad durante la pandemia provocada por el virus COVID-19.
	Facilidad de uso y	El uso de la app gamificada fue entendible y se

José Antonio Baculima-Suárez; Cristián Andrés Erazo-Álvarez

	comprensión del entorno gamificado	comprendió bien. En la actualidad los jóvenes estudiantes usan un celular de forma particular, permitiéndoles generar ciertas destrezas digitales, por lo que están ya familiarizados con estos entornos.
	Diseño de la aplicación	Llamativa en su concepto y en el diseño de su entorno, lo cual llama la atención para usarla y seguir jugando en la misma.
	Contenido	Entendible, la narrativa y ambientación permitió engancharse con el aprendizaje.
	Misiones	Misiones desarrolladas dispuestas de forma correcta para guiarse durante el aprendizaje del tema matemático. Las misiones fueron pocas y con una historia corta, se debe ampliar el número de misiones para que sea interesante y que se enganche con la narrativa utilizada, además de aumentar el número de ejercicios para practicar.
Conocimientos obtenidos	Aprendizaje desarrollado con el uso de la app	Se desarrollaron nuevos conocimientos en varios estudiantes, además permitió recordar y reforzar conocimientos. Un juego atractivo les ayuda a aprender mejor.
Motivación	Curiosidad por aprender	La app generó curiosidad por el uso de un concepto nuevo para aprender matemáticas, de esta manera ayudó a un mejor aprendizaje del tema de forma divertida.
	Motivación	La app permitió motivar y estar atentos al juego y con ganas de aprender.

Elaboración: Los autores.

Del análisis cualitativo se destaca que, a los estudiantes les atrae mucho este tipo de recursos didácticos, siempre y cuando la app gamificada sea fácil de usar, llamativa, entendible y con el contenido adecuado; ya que sienten curiosidad, les motiva y facilita su aprendizaje.

DISCUSIÓN

Desde un enfoque cualitativo, los resultados de esta investigación indican que la gamificación puede aportar a la didáctica de la matemática atrayendo a los estudiantes a un entorno de aprendizaje, mediante la curiosidad y motivación; resultados que concuerdan con los aportados por Rozhenko et al. (2021), quienes indican que el uso de la gamificación incrementa la motivación de los estudiantes y ayuda en su aprendizaje activo; así mismo, (Zabala-Vargas et al. 2021), mencionan que los estudiantes desarrollan un alto nivel de motivación.

Por otra parte, varios estudios indican que el uso de la gamificación no solo permitió transferir y practicar contenidos, sino también ayudó al desarrollo del pensamiento lógico y a la habilidad para la resolución de problemas (Pires et al. 2019; Szilágyi & Körei, 2021). En contraste con estos resultados, (Malvasi & Recio-Moreno, 2022), indican que los estudiantes apenas perciben el uso de la estrategia de gamificación aplicada por los docentes en el área de matemática.

Continuando con lo expuesto anteriormente, en la presente investigación los estudiantes percibieron bien la estrategia de gamificación mediante la app; sin embargo, no se pudo concretar en un aprendizaje específico del tema, a causa de las limitaciones del tiempo para aplicar la estrategia, la cual se desarrolló en una sola sesión de clase, además los resultados cualitativos indican que la app contiene pocas misiones que permitió en una sola sesión terminar el juego.

En este contexto es necesario mejorar la app gamificada, ampliando los niveles o misiones, para trabajar durante varias sesiones de clase, permitiendo así la anticipación, construcción y consolidación de los contenidos; aplicándose de esta manera una correcta didáctica de la matemática, ya que la incorporación de las TIC por si solas no supone innovación alguna (Vilanova, 2018), ni garantiza el aprendizaje como ha quedado demostrado en los resultados cualitativos de la presente investigación, según las pruebas estadísticas realizadas.

José Antonio Baculima-Suárez; Cristián Andrés Erazo-Álvarez

Para lograr el aprendizaje mediante la app gamificada se propone, desde los aportes de (Vilanova, 2018), generar un ambiente o espacio de aprendizaje donde conste la función pedagógica, esto es las actividades de aprendizaje, las situaciones de enseñanza, el material de aprendizaje, el apoyo y tutoría a los estudiantes y la evaluación entre otras funciones; la función tecnológica mediante el recurso gamificado usando tecnologías; y, la función organizativa encargada de organizar el espacio y la gestión de la comunidad de aprendizaje.

En concordancia con lo mencionado en el párrafo anterior, el docente propicia el ambiente para el desarrollo del aprendizaje y los estudiantes deben desarrollarlo activamente (Johnson et al., 1991); según los resultados de este estudio, la app gamificada y sus elementos, crean este ambiente propicio para desarrollar los aprendizajes de forma activa, ya que se usa las técnicas de los juegos para enfocar el pensamiento y motivarse, los cuales predisponen al jugador a seguir en el juego, estimulando su aprendizaje, como así lo corrobora (Zichermann & Cunningham, 2011).

Finalmente, a diferencia de esta investigación, otros estudios corroboran que el uso de la gamificación mejora el rendimiento académico, dinamizando el aprendizaje como lo indican (Escobar et al. 2020); así también (Torres-Carrión et al. 2018), mencionan que es una herramienta eficaz para tratar niños que tienen discalculia. Por estas y otras afirmaciones (Muñoz-Sanabria & Vargas-Ordoñez, 2019), justifican una necesidad de cambio hacia una metodología más activa, y recomiendan a las instituciones y docentes adopten herramientas que motiven a los estudiantes a aprender a través de juegos.

CONCLUSIONES

El desarrollo de habilidades matemáticas es fundamental desde edades tempranas, ya que constituye los cimientos para el desarrollo de nuevos conocimientos y destrezas; por tal razón, se debe usar una didáctica adecuada para fomentar y fortalecer el aprendizaje de la matemática, de tal forma que genere una competencia que ayudará al futuro tanto académico, como profesional y personal dentro de la sociedad y el medio.

José Antonio Baculima-Suárez; Cristián Andrés Erazo-Álvarez

En el contexto actual pos pandemia, debe aprovecharse el conocimiento que traen tanto docentes como estudiantes de la virtualidad para implementar el uso de las TIC en clases ya sean presenciales o virtuales; una buena estrategia didáctica es la gamificación para fomentar el aprendizaje de temas matemáticos; pero, debe realizarse con un adecuado enfoque pedagógico, tecnológico y organizativo; dentro de lo tecnológico se debe usar herramientas que atraigan el interés y motivación de los estudiantes por el aprendizaje. El uso de la app gamificada para el aprendizaje activo de ecuaciones lineales, como estrategia didáctica, no pudo aportar al aprendizaje de los estudiantes ya que por sí sola la aplicación no garantiza el aprendizaje de los estudiantes; sin embargo, ayudó a la curiosidad y motivación por el tema, donde el docente debe aprovechar, como un gestor del aprendizaje de los estudiantes, los recursos tecnológicos que están al alcance de los estudiantes, como los celulares, para incurrir en su atención, curiosidad y motivación, de tal manera que genere una situación matemática y situación didáctica que aproveche el docente para la enseñanza aprendizaje.

Se recomienda como trabajo futuro mejorar la app gamificada para el aprendizaje de ecuaciones lineales y otros temas matemáticos, según las recomendaciones analizadas en esta investigación, además de realizar nuevos recursos gamificados de aprendizaje, que atraigan a los estudiante mediante una narrativa interesante y otros elementos del juego, aprovechando el conocimiento tecnológico que tienen y las tecnologías disponibles al alcance de todos, de esta manera generar aprendizajes significativos y destrezas que acompañaran al estudiante en su quehacer diario. El docente debe usar estos recursos desde un enfoque pedagógico y como gestor de la enseñanza aprendizaje.

José Antonio Baculima-Suárez; Cristián Andrés Erazo-Álvarez

FINANCIAMIENTO

No monetario.

AGRADECIMIENTO

A la Unidad Académica de Posgrado de la Universidad Católica de Cuenca; por impulsar el desarrollo de la investigación.

REFERENCIAS CONSULTADAS

- Balladares, J., Bonilla, D. J., & Bazantes, Z. P. (2020). Problemas y dificultades en el proceso enseñanza – aprendizaje en la asignatura de matemáticas modalidad en línea del preuniversitario en una universidad—Ecuador [Problems and difficulties in the teaching-learning process in the online mathematics subject of pre-university in a university-Ecuador]. *Journal of Science and Research*, 5(CININGEC), 750-762.
- Barrionuevo, K. (2020). Uso de la gamificación y el desarrollo del pensamiento lógico matemático en los estudiantes de primero de bachillerato [Use of gamification and the development of mathematical logical thinking in first year high school students]. <http://www.dspace.uce.edu.ec/handle/25000/23663>
- Bravo-Guerrero, F. E. (2020). Dificultades que enfrentan los nuevos estudiantes universitarios en Matemática [Difficulties faced by new undergraduate students in Mathematics]. *Innova Research Journal*, 5(1), 1-13. <https://doi.org/10.33890/innova.v5.n1.2020.994>
- Brousseau, G. (2011). La théorie des situations didactiques en mathématiques. *Éducation et didactique*, 5(1), 101-104. <https://doi.org/10.4000/educationdidactique.1005>
- Cruz-Ramírez, M. (2002). *Estrategia metacognitiva en la formulación de problemas para la enseñanza de la matemática* [Metacognitive strategy in the formulation of problems for mathematics teaching]. <https://repositorio.uho.edu.cu/handle/uho/2739>
- EFE. (2021). *Estudiantes latinoamericanos, estancados en aprendizaje desde 2013. Primicias* [Latin American students, stagnant in learning since 2013. Firsts]. Recuperado de <https://n9.cl/n7rgm>

- Escobar, S.V., Tulcanaza, V.A., Mediavilla, L.J., Reyes, F.G., Castro, O.L., Benavides, X.R. (2020). *Gamification as a Didactic Tool in the Teaching of the Pythagorean Theorem*. In: Basantes-Andrade, A., Naranjo-Toro, M., Zambrano Vizuite, M., Botto-Tobar, M. (eds) Technology, Sustainability and Educational Innovation (TSIE). TSIE 2019. Advances in Intelligent Systems and Computing, vol 1110. Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-030-37221-7_15
- Guagcha-Yautibug, D. E. (2017). *Dificultades en la enseñanza aprendizaje de matemáticas de los estudiantes de primer año de bachillerato de la unidad educativa monseñor leonidas próano periodo 2016-2017* [Difficulties in teaching learning mathematics of first year high school students of the educational unit monseñor leonidas próano period 2016-2017]. <http://dspace.unach.edu.ec/handle/51000/4023>
- Hamui-Sutton, A., & Varela-Ruiz, M. (2013). La técnica de grupos focales [The focus group technique]. *Investigación en Educación Médica*, 2(5), 55-60. [https://doi.org/10.1016/S2007-5057\(13\)72683-8](https://doi.org/10.1016/S2007-5057(13)72683-8)
- Hernández-Sampieri, R. H., Collado, C. F., & Lucio, P. B. (2014). Metodología de la investigación [Research methodology]. (6.a ed.). McGraw-Hill Education.
- Instituto Nacional de Evaluación Educativa de Ecuador [INEVAL]. (2018). Educación en Ecuador Resultados de PISA para el Desarrollo [Education in Ecuador PISA for Development results]. Recuperado de <https://n9.cl/ux8f>
- Jácome-Amores, L., Rivera Freire, W., & Sánchez Sánchez, R. (2021). *Gamification as an Educational Strategy to Strengthen Cognitive Abilities of Mathematics in School Children*. En M. Botto-Tobar, M. Zambrano Vizuite, & A. Díaz Cadena (Eds.), Innovation and Research (pp. 142-150). Springer International Publishing. https://doi.org/10.1007/978-3-030-60467-7_12
- Johnson, D. W., Johnson, R. T., & Smith, K. A. (1991). *Active learning: cooperation in the college classroom*. Edina, MN: Interaction Book Company. Kapp, K. M. (2012). The Gamification of Learning and Instruction: Game-based Methods and Strategies for Training and Education. John Wiley & Sons.
- Leyva-Carrillo, A., Carreño-Leon, M., Sandoval-Bringas, A., Estrada-Cota, I., & Espinoza, G. (2019). Web tool for courses in numerical methods, using gamification techniques. XIV Latin American Conference on Learning Technologies (LACLO), 2019, pp. 95-103. <https://doi.org/10.1109/LACLO49268.2019.00026>

- Malvasi, V., & Recio-Moreno, D. (2022). Perception of gamification strategies in Italian secondary school. *Alteridad-Revista De Educacion*, 17(1), 50-63. <https://doi.org/10.17163/alt.v17n1.2022.04>
- Muñoz-Sanabria, L. F., & Vargas-Ordoñez, L. M. (2019). EduMat: Gamified web tool for teaching elementary operations. *Campus Virtuales*, 8(2), 9-17.
- Niss, M. A. (2003). Quantitative literacy and mathematical competencies. In B. L. Madison, & L. A. Steen (Eds.), *Quantitative literacy: why numeracy matters for schools and colleges* (pp. 215-220). National Council on Education and the Disciplines.
- Organización de las Naciones Unidas para la Cultura, las Ciencias y la Educación [UNESCO]. (2021). Estudio Regional Comparativo y Explicativo (ERCE 2019) [Regional Comparative and Explanatory Study (ERCE 2019)]. <https://es.unesco.org/fieldoffice/santiago/lece/ERCE2019>
- Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos [OECD]. (2006). Assessing Scientific, Reading and Mathematical Literacy: A Framework for PISA 2006. <https://doi.org/10.1787/9789264026407-en>
- Pires, F., Maquine Lima, F. M., Melo, R., Serique Bernardo, J. R., & De Freitas, R. (2019). Gamification and engagement: Development of computational thinking and the implications in mathematical learning. *IEEE 19th International Conference on Advanced Learning Technologies (ICALT)*, 2019, pp. 362-366, <https://doi.org/10.1109/ICALT.2019.00112>
- Rozhenko, O. D., Darzhaniya, A. D., Bondar, V. V., & Mirzoian, M. V. (2021). Gamification of education as an addition to traditional educational technologies at the university. <http://ceur-ws.org/Vol-2914/paper46.pdf>
- Szilágyi, S., & Körei, A. (2021). "LimStorm" – A Didactic Card Game for Collaborative Math Learning for Gen Z Students. *Advances in Intelligent Systems and Computing*, 1328 AISC, 452-463. https://doi.org/10.1007/978-3-030-68198-2_42

- Torres-Carrión, P., Sarmiento-Guerrero, C., Torres-Díaz, J.C., & Barba-Guamán, L. (2018). Educational Math Game for Stimulation of Children with Dyscalculia. In: Rocha, Á., Guarda, T. (eds) Proceedings of the International Conference on Information Technology & Systems (ICITS 2018). ICITS 2018. Advances in Intelligent Systems and Computing, vol 721. Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-319-73450-7_58
- Vilanova, G. E. (2018). Innovación en Procesos de Enseñanza Aprendizaje en Entornos Virtuales. *Sistemas, cibernética e informática*, 15(2). <http://www.iiisci.org/journal/pdv/risci/pdfs/XA095TZ18.pdf>
- Wadsworth, B. J. (1996). Piaget's theory of cognitive and affective development: Foundations of constructivism. 5th ed (pp. xi, 195). Longman Publishing.
- Zabala-Vargas, S., García-Mora, L., Arciniegas-Hernández, E., Reina-Medrano, J., de Benito-Crosetti, B., & Darder-Mésquida, A. (2021). Strengthening Motivation in the Mathematical Engineering Teaching Processes – A Proposal from Gamification and Game-Based Learning. *International Journal of Emerging Technologies in Learning*, 16(6), 4-19. Scopus. <https://doi.org/10.3991/ijet.v16i06.16163>
- Zichermann, G., & Cunningham, C. (2011). *Gamification by Design: Implementing Game Mechanics in Web and Mobile Apps*. O'Reilly Media, Inc.