

Diseño de aplicativos con scratch para la gamificación de actividades matemáticas

Design of applications with scratch for the gamification of mathematical activities

MIGUEL ÁNGEL HURTADO
mangelhb@unimonstrate.edu.co
Fundación Universitaria Monserrate

FRANCY MILENA RIAÑO
francy.riano@uptc.edu.co
Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia

MATEMÁTICAS



Resumen

Esta investigación tiene como objetivo medir el impacto del diseño de aplicativos programados con Scratch para la gamificación de actividades educativas matemáticas. Scratch es un lenguaje de programación visual que facilita la creación de aplicaciones y juegos interactivos, convirtiéndolo en una herramienta prometedora para la educación. A través de este estudio, se mostrará la programación de algunas aplicaciones educativas con Scratch, enfocadas en temas matemáticos e implementadas en la IEO Fagua del municipio de Chía. Por efectos de logística y sistematización de los mencionados aplicativos, la ingeniería ha jugado un papel crucial en esta investigación: desde la construcción de un entorno web donde se alojan aplicativos, simuladores, juegos, laboratorios, videos, hasta los principios básicos de software para asegurar que las aplicaciones sean eficientes y fáciles de usar. Las metodologías de diseño centradas en el usuario garantizan que las aplicaciones sean intuitivas, atractivas con actividades matemáticas gamificadas, incorporando retroalimentación continua en el proceso. Se realiza un estudio particular de experimentación y control a través de la prueba estadística de chi-cuadrado para evaluar el impacto de las aplicaciones gamificadas. En general, se busca abordar la enseñanza de las matemáticas mediante la introducción de una metodología que combina la gamificación y el uso de Scratch, con el propósito de mejorar la motivación, participación y rendimiento académico de los estudiantes. La aplicación de principios de ingeniería asegura que las soluciones desarrolladas sean eficaces, sostenibles y escalables.

Palabras clave: Aplicativo; Scratch; gamificación; entorno web.

Abstract

This research aims to measure the impact of the design of applications programmed with Scratch for the gamification of mathematical educational activities. Scratch is a visual programming language that facilitates creating interactive games and applications, making it a promising tool for education. Through this study, some educational applications programmed with Scratch will be shown. They are focused on mathematical topics implemented at the I.E.O. Fagua of the municipality of Chía. For the purposes of logistics and systematization of the aforementioned applications, engineering has played a crucial role in this research in several stages, for instance, in the construction of a web environment which includes applications, simulators, games, laboratories, videos, from the basic software principles to ensure that applications are efficient and easy to use. User-centered design methodologies guarantee that applications are intuitive, engaging with gamified mathematical activities, incorporating continuous feedback in the process. A particular experimentation and control study is carried out through the chi-square statistical test, to evaluate the impact of gamified applications. In general, it seeks to address the teaching of mathematics by introducing a methodology that combines gamification and the use of Scratch, with the purpose of improving the motivation, participation and academic performance of students. The application of engineering principles ensures that the solutions developed are effective, sustainable and scalable.

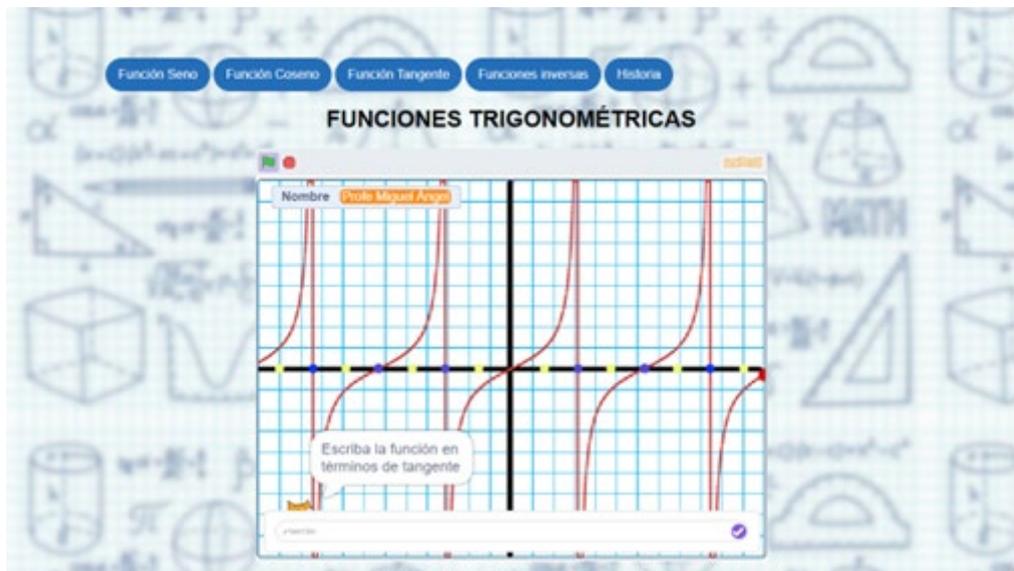
Keywords: Application; Scratch; gamification; web environment.

Introducción

De acuerdo con Gallo (2023), los ordenadores han evolucionado y han llegado a avances como Internet y las Tecnologías de la Información y Comunicación, desde dispositivos electrónicos y mecánicos hasta la tecnología digital actual. Los ingenieros del siglo XXI han nacido en este tiempo de digitalización, lapso en el que se han creado hábitos de trabajo y de estudio mediados por este tipo de tecnologías, interés, gusto y la necesidad de aprender más sobre el funcionamiento de los mencionados aparatos. En particular, la ingeniería del diseño de aplicativos educativos se ha convertido en un campo crucial, especialmente cuando se trata de disciplinas fundamentales como las matemáticas. En específico, Scratch (2018) es una plataforma gratuita para programar por medio de una paleta de bloques visual y colorida, desarrollada en la Universidad de Massachusetts Institute of Technology Scratch.

Scratch tiene diferentes aplicaciones, entre ellas: enseñar la programación y usar las actividades derivadas de la programación en ambientes educativos con aplicativos como simuladores, laboratorios, juegos e inteligencias artificiales. Durango y Ravelo (2020) consideran que la enseñanza de la programación con Scratch tiene ventajas respecto a la motivación de los alumnos, pues posibilita el trabajo en proyectos, potencia el aprendizaje y aumenta la autonomía en el desarrollo de actividades. Además, afirman que al implementar Scratch se genera un aprendizaje significativo e innovador en el área de matemáticas, ya que fomenta el trabajo colaborativo para dar solución a los ejercicios y problemas propuestos; asimismo destacan que estos aplicativos no solamente aparecen en la plataforma de Scratch, también se pueden alojar en una página web, relacionando otras herramientas como videos o aplicaciones enfocadas al objeto matemático. Todo esto crea un entorno para el aprendizaje de un objeto matemático.

Figura 1. Aplicativo Scratch alojado en la página web “Estudia en casa” de Hurtado (2020)



Fuente: elaboración propia.

De forma análoga Papanastasiou, Drigas y Skianis (2017) implementaron estrategias para fortalecer las habilidades numéricas de los estudiantes, por medios tecnológicos, particularmente en aplicaciones de juegos matemáticos por la plataforma Scratch. Gurjanow, Oliveira, Zender, Santos y Ludwig (2019) investigan respecto al uso de la gamificación en la educación, desarrollando una plataforma (MathCityMap) para la enseñanza de las matemáticas, en donde se les permite resolver problemas matemáticos a los usuarios. Caballero (2023) realiza un análisis de cómo la gamificación contribuye en el proceso didáctico de la enseñanza de las matemáticas con apoyo de la tecnología como dispositivo de interacción, encontrando elementos y mecánicas del juego que permiten fortalecer la atención, el interés, la motivación y el rendimiento académico de los estudiantes.

Con todo esto, surge la oportunidad de diseñar aplicativos programados con Scratch y adaptarlos a los contenidos y las actividades para cada estudiante, facilitando la atención a la diversidad en el aula, ya que cada individuo puede avanzar a su propio ritmo. A pesar de los avances tecnológicos, existe una necesidad urgente de diseñar más estrategias educativas efectivas y fomentar una comprensión profunda de las matemáticas, esto implica desafíos que deben ser abordados cuidadosamente para garantizar un aprendizaje equitativo y completo. Así, vale la pena preguntarse: ¿Cómo medir el impacto del diseño de aplicativos programados con Scratch para gamificar actividades matemáticas?

El diseño de aplicativos programados con Scratch para la gamificación de actividades matemáticas se justifica por su potencial para abordar los problemas mencionados. Scratch, con su enfoque intuitivo y visual, permite crear experiencias de aprendizaje personalizadas y atractivas. Por otro lado, la gamificación, al incorporar elementos de juego como puntos, niveles y recompensas, puede transformar la percepción de las matemáticas de una tarea ardua a una actividad divertida y desafiante. Al diseñar aplicativos que integren estos elementos se mejora la motivación de los estudiantes y se facilita una comprensión profunda y duradera de los conceptos matemáticos.

Con todo este panorama, el objetivo de este artículo es medir el impacto del diseño de aplicativos programados con Scratch para gamificar actividades matemáticas. Este propósito supone y proporciona una solución para mejorar el aprendizaje y la motivación en esta área crucial del conocimiento. Mediante la implementación y evaluación de estos aplicativos, se pretende mostrar cómo la combinación de ingeniería de software y la didáctica puede crear un entorno educativo más dinámico y efectivo.

El documento está dado en cinco secciones. En la primera, se mencionan los materiales para llevar a cabo la investigación, como la plataforma de Scratch y la página web de Hurtado (2020), diseñada para implementar actividades matemáticas gamificadas, desde el método cíclico de la reflexión de la programación antes, durante y después de implementar tales aplicativos. En la segunda sección se describe el tipo de investigación (control y experimental), sus fases, la población estudio para la toma de datos, el instrumento de investigación (pretest y postest) y las hipótesis para dar respuesta al objetivo planteado. En la tercera sección se dan los resultados del pretest y el postest aplicando la prueba estadística de chi-cuadrado. En la cuarta sección se hace una discusión frente a la forma de investigar y dar los resultados. En la quinta sección se encuentran las conclusiones frente al diseño de aplicativos programados con Scratch para gamificar actividades matemáticas.

Materiales y métodos

El software Scratch cuenta con un grupo de herramientas, gráficos, sonidos e imágenes usados para realizar juegos, animaciones, historias y proyectos para diferentes áreas del conocimiento. Sus archivos se pueden compartir desde la misma plataforma o alojarlos en una página web. A partir de esta interacción, según Hurtado (2018), se realizan procesos de reflexión antes, durante y después de implementar una actividad matemática de forma cíclica. Para el diseño de aplicativos programados con Scratch, se debe tener en cuenta las ventajas

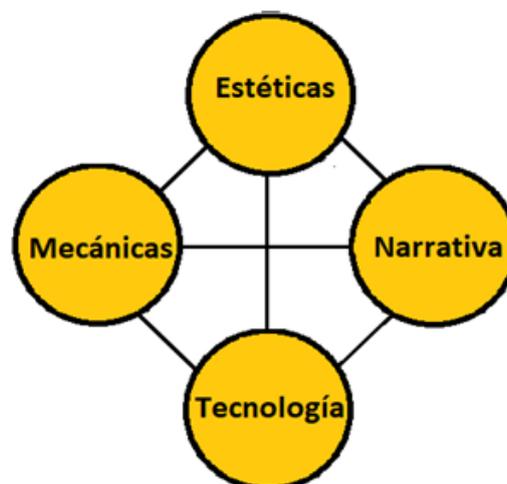
izquierda se encuentran los bloques para programar, particularmente los bloques de control: “si entonces” y los ciclos “esperar hasta que” y “repetir hasta que”, que corresponden al condicional “si entonces” y a los ciclos “while” y “for” de otros lenguajes de programación. En la parte central están las paletas de bloques, con los cuales se realiza la programación y a la derecha está proyectado el aplicativo. Estos se programan para que arrojen diferentes representaciones de un objeto matemático en estudio, como el que se muestra en la figura 1. En este aparece la gráfica de una función trigonométrica y un gato propone al usuario que escriba la representación algebraica correspondiente a dicha gráfica. Si el usuario responde correctamente, el gato da puntos, de lo contrario, los quita. En otros aplicativos, a una cierta cantidad de respuestas correctas, se dan premios, como juegos o estrellas.

Según Duval (2006), la transformación o conversión de las representaciones semióticas de los objetos matemáticos involucrados son procesos cognitivos, con los que se evidencia un nivel de comprensión del objeto en estudio. En el caso particular de la función trigonométrica, representada gráficamente, el docente puede tomar como evidencia de aprendizaje la conversión a la representación equivalente algebraica dada por los estudiantes. En el siguiente apartado se propone el diseño de gamificación como estrategia de enseñanza y aprendizaje que se debe tener en cuenta para la construcción de los aplicativos.

Diseño de gamificación

Según Vásquez (2021), la gamificación es una estrategia entendida por el uso de elementos del juego en entornos no lúdicos. Dentro de la gamificación se tienen en cuenta cuatro componentes del juego.

Figura 3. TETRAD



Fuente: Vásquez (2021).

Para gamificar actividades matemáticas con aplicativos programados en Scratch se diseñaron los siguientes elementos:

- Mecánica de juego: asumir el reto de interactuar con aplicativos programados en Scratch para obtener puntos o premios después de solucionar de forma efectiva las actividades matemáticas propuestas.
- Narrativa de juego: realizar las diferentes acciones tales como consultar, explorar, reflexionar, conjeturar, justificar, deducir, inducir, generalizar, razonar, resolver y comunicar la solución a las diferentes actividades matemáticas programadas con Scratch.
- La estética de juego: mostrar los componentes de logros obtenidos como razonar, resolver y comunicar la solución de actividades matemáticas diseñadas con el lenguaje de programación Scratch.
- El dispositivo tecnológico de juego: página web para trabajo colaborativo de equipos de máximo dos jugadores (estudiantes, compañeros), para interactuar con aplicativos programados en Scratch y las herramientas alojadas de uso libre de la web con un entorno de actividades matemáticas.
- Tipos de jugador: corresponden a las diferentes acciones o roles de la dinámica de juego, en el que los jugadores escogen según sus habilidades y competencias.
- El juez del juego (docente): se encarga de dar la teoría de los objetos matemáticos y explicar la interfaz del entorno de la página web.
- Los logros de juego: corresponden a los puntos, premios o felicitaciones que se entregan al final de cada sesión de actividades matemáticas.
- Otros: los jugadores pueden proponer otros elementos de juego como roles, tiempos, tecnologías o instrumentos, para que no se pierda la motivación de dar solución a las actividades que se proponen en los aplicativos programados en Scratch.

Al diseñar actividades matemáticas con aplicativos programados con Scratch, los jugadores se involucran activamente en la resolución de problemas. Esta experiencia práctica les permite explorar y entender los conceptos de manera significativa y tangible. De acuerdo con

Ausubel (1983), esto corresponde a los principios del paradigma de enseñanza y aprendizaje del constructivismo, es decir, la gamificación de actividades matemáticas con aplicativos programados en Scratch permite la personalización del aprendizaje de cada uno de los individuos, puesto que se pueden adaptar a los niveles de habilidad y comprensión matemática; fomentando su propio proceso de aprendizaje. Los aplicativos como Scratch promueven la colaboración entre los estudiantes, pues permiten trabajar juntos, compartir ideas y resolver problemas en equipo, construyendo el conocimiento y el intercambio de ideas entre pares, aumentando la motivación y el compromiso de los estudiantes al proporcionarles un entorno de aprendizaje desde elementos del juego, el sentido de logro y la satisfacción de superar desafíos de manera creativa. Los elementos de juego (como puntos, niveles y recompensas) aumentan el interés de los estudiantes y los motivar a participar activamente en el aprendizaje de las matemáticas. El entorno web “Estudia en casa”, de Hurtado (2020), aloja aplicativos programados con Scratch, diseñados para implementar actividades matemáticas gamificadas, que siguen el currículo para los diferentes grados de educación básica y media. Los aplicativos para esta investigación fueron implementados por Riaño (2024), en sesiones de dos horas por semana durante el primer semestre del 2023.

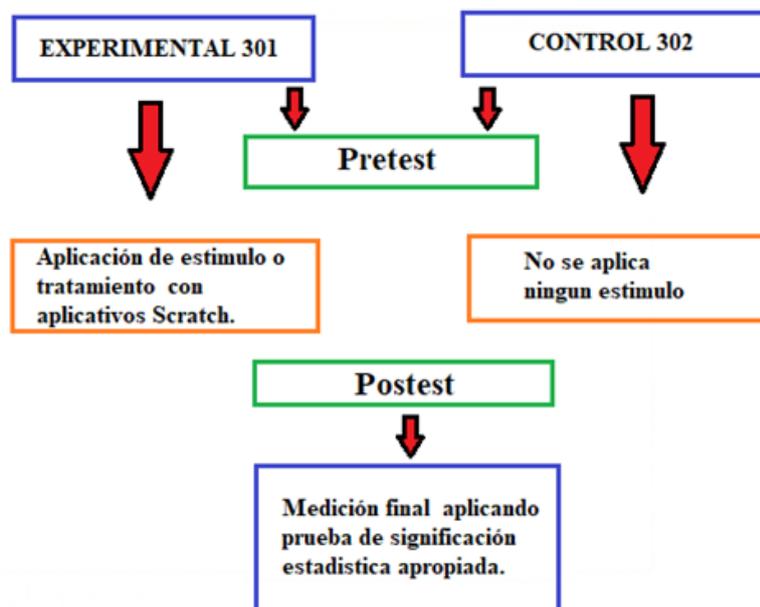
Metodología

El tipo de investigación se basó en el diseño experimental. Para esto, la muestra se dividió en dos grupos: experimental, en el que se expone el estímulo de sesiones gamificadas con Scratch (Variable 1) y los comportamientos obtenidos como razonar, resolver y comunicar una situación en contexto matemático (Variable 2). Estos resultados se compararon con otro grupo llamado “Control”.

Primero, se verificó que los dos grupos fueran homogéneos, por medio del estudio de mediciones de datos arrojados por un pretest; luego se observaron los efectos producidos por el estímulo a través del estudio de mediciones de datos arrojados por un postest, con el fin de obtener conclusiones más sólidas respecto a la independencia o no independencia de dichas variables. Los mencionados pretest y postest son el instrumento de investigación y fueron diseñados mediante preguntas de las pruebas Evaluar para Avanzar (Ministerio de Educación Nacional, 2023).

Fases de la investigación experimental

Las fases de la investigación experimental están orientadas por Arias (2012, citado por cabeza, et al, 2018, p.79), como se muestra en la siguiente figura:



Fuente: elaboración propia.

Población y muestra

La población de la investigación fueron los grupos del grado tercero, 301 y 302, de la Institución Educativa Oficial Fagua (IEO Fagua), ubicada en la vereda Tíquiza del municipio de Chía. En la siguiente matriz se presenta la población universo, la población de estudio y la muestra donde se desarrolló.

Tabla 1. Aspectos y descripción de la población estudio

Aspecto	Descripción	
Población Universo	La IEO Fagua de Chía (Cundinamarca rural) cuenta con 1487 estudiantes matriculados desde transición a grado once.	
	Población muestra	
Grados terceros I.E.O Fagua	Muestra experimental	Muestra control
Grado	301	302
Cantidad de estudiantes	n = 23	n = 23

Fuente: elaboración propia.

Instrumento de investigación

El instrumento de investigación consta de un pretest y un postest. El pretest se basa en las pruebas Evaluar para Avanzar del Ministerio de Educación Nacional (2023), en el que se evaluaron los conocimientos previos que tienen los jugadores en matemática. Por medio de esta

prueba se verifica la homogeneidad de los dos grupos para evitar sesgos, subjetividad u opiniones frente a la escogencia de estos. Para la prueba de homogeneidad se tiene las siguientes hipótesis:

H_0 : hay homogeneidad entre los dos grupos de estudiantes respecto a sus conocimientos matemáticos.

H_1 : no hay homogeneidad entre los dos grupos de estudiantes con respecto a sus conocimientos matemáticos.

El valor de significancia se define $\alpha=0.4$, es decir, que el p-valor de la prueba estadística debe ser menor a α para rechazar la hipótesis nula H_0 .

Después de implementar el estímulo (estrategia de gamificación) al grupo experimental, se aplica el postest o prueba final a los dos grupos, basado en las pruebas *Evaluar para Avanzar* del MEN (2023-2), donde se evaluaron las habilidades y capacidades que tienen los estudiantes para razonar, resolver y comunicar la solución de situaciones matemáticas. Esta prueba se da para verificar las siguientes hipótesis:

H_0 : implementación de aplicativos programados con Scratch, diseñados para gamificar actividades matemáticas; no desarrolla en los estudiantes habilidades para razonar, resolver y comunicar la solución de situaciones matemáticas.

H_1 : implementación de aplicativos programados con Scratch, diseñados para gamificar actividades matemáticas; desarrolla en los estudiantes habilidades para razonar, resolver y comunicar la solución de situaciones matemáticas.

El valor de significancia que se definió es $\alpha=0.4$, es decir que el p-valor de la prueba estadística debe ser menor a α para rechazar la hipótesis nula H_0 .

Resultados

Según Mendivelso & Rodríguez (2018), la prueba estadística de chi-cuadrado es ampliamente aplicada para datos de libre distribución o no paramétrica y de variables nominales. En particular, con esta prueba estadística se verifica la homogeneidad de los resultados obtenidos en el pretest por parte de los dos grupos, los cuales se tienen en la siguiente tabla de frecuencias o contingencia:

Tabla 2. Frecuencia de notas sobre el pretest

Curso \ Nota	Nota < 3 No aprobó	Nota ≥ 3 si aprobó
301	15	8
302	14	9

Fuente: elaboración propia.

Después de alojar la anterior tabla de contingencia en Python (2022), para implementar la prueba chi-cuadrado, se halló que el p-valor es igual a 1.0, con lo que se acepta la hipótesis nula, es decir que hay homogeneidad en los conocimientos matemáticos entre los dos grupos; esto significa que no hay sesgos o no hay una diferencia significativa, como se puede observar en la siguiente figura:

Figura 5. Resultados sobre el pretest



```
Chi(PreTest301,PreTest302)
```

```
La notas menores a 3 en el grupo 301 son: 15
Las notas iguales o mayores a 3 en el grupo 301 son: 8
```

```
La notas menores a 3 en el grupo 302 son: 14
Las notas iguales o mayores a 3 en el grupo 302 son: 9
```

```
Tabla de contingencia=
[[15 8]
 [14 9]]
```

```
X^2=0.00000,
p-valor=1.00000,
Grados-Libertad=1,
Frecuencias-Esperadas=[[14.5 8.5]
 [14.5 8.5]]
```

Fuente: elaboración propia.

Después de implementar la estrategia de gamificación a los jugadores del grupo experimental, con los aplicativos diseñados en Scratch, se realiza la prueba postest a los dos grupos, experimental y control. Los resultados obtenidos se dan en la siguiente tabla de frecuencias o contingencia:

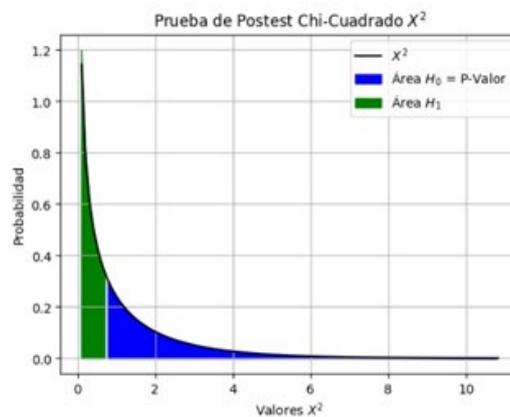
Tabla 3. Frecuencias de notas de los estudiantes que presentaron el postest

Curso \ Nota	Nota < 3 no aprobó	Nota ≥ 3 aprobó
301	9	14
302	13	10

Fuente: elaboración propia.

Luego de alojar la anterior tabla de contingencia en Python, para implementar la prueba estadística chi-cuadrado, se halló que el p-valor es 0.37, es decir menor que $\alpha=0.4$. Por eso, no se acepta la hipótesis nula H_0 . Estos resultados se reflejan a continuación en la siguiente figura:

Figura 6. Resultados sobre el postest



```
Chi(PosTest301,PosTest302)
```

```
La notas menores a 3 en el grupo 301 son: 9
Las notas iguales o mayores a 3 en el grupo 301 son: 14
```

```
La notas menores a 3 en el grupo 302 son: 13
Las notas iguales o mayores a 3 en el grupo 302 son: 10
```

```
Tabla de contingencia=
[[ 9 14]
 [13 10]]
```

```
X^2=0.78409,
p-valor=0.37589,
Grados-Libertad=1,
Frecuencias-Esperadas=[[11. 12.]
 [11. 12.]]
```

Fuente: elaboración propia.

Al realizar el análisis comparativo de los resultados obtenidos en los dos grupos, se halló que la implementación de aplicativos programados en Scratch, y diseñados para gamificar actividades matemáticas, está relacionada con el desarrollo de habilidades para razonar, resolver y comunicar la solución de situaciones matemáticas.

Discusión

El objetivo de esta investigación está dado por variables nominales o no paramétricas en una muestra adecuada. Para esto, se tomaron dos grupos, uno “experimental” y otro “control”, para compararlos en cuanto a la homogeneidad de sus conocimientos matemáticos, evitando sesgos u opiniones subjetivas frente a la muestra. Por lo anterior, se eligió la prueba estadística chi-cuadrado, pues se adapta a grupos de datos nominales y demuestra matemáticamente resultados frente a las diferencias significativas entre dos grupos.

Luego de comprobar que no hay diferencias significativas entre los dos grupos, se siguió con la implementación de la estrategia de gamificación diseñada con la programación de aplicativos Scratch al grupo experimental. Luego, se realizó el postest para tomar una segunda medida respecto al razonamiento, resolución y comunicación de la solución de situaciones matemáticas.

Estos resultados coinciden con otras investigaciones mencionadas en este artículo. Esta estrategia puede ser personalizada o dada para trabajo colaborativo; además, cada vez que los estudiantes se encuentran en una sesión, muestran interés, motivación, compromiso y agrado por participar y compartir las actividades con sus pares.

Conclusiones

Después de construir un entorno web que aloja aplicativos programados en Scratch para gamificar actividades matemáticas, se tomaron medidas estadísticas respecto a la implementación de estos a dos grupos de estudiantes (experimental y control). Se halló que el diseño de aplicativos programados con Scratch para gamificar actividades matemáticas desarrolla habilidades de razonamiento, resolución y comunicación de situaciones matemáticas en los estudiantes. Se puede concluir que el diseño de recursos digitales para ambientes educativos fortalece las estrategias pedagógicas, lo cual es significativo para continuar innovando a partir de las necesidades que se dan dentro del contexto educativo, y que se generan a través de los cambios sociales. En particular, la gamificación permite fortalecer el aprendizaje y los conocimientos de los estudiantes de forma divertida, integrando diferentes elementos del juego en contextos no lúdicos, teniendo con claridad los objetivos de aprendizaje que se quieren fortalecer en los estudiantes.

Bibliografía

- Arias, F. G. (2012). *El proyecto de investigación. Introducción a la metodología científica. 6ta.* Fidas G. Arias Odón. El Proyecto de Investigación. Introducción a la Metodología Científica. 6ta ... - Fidas G. Arias - Google Libros
- Ausubel, D. (1983). *Teoría del aprendizaje significativo. Fascículos de CEIF, 1(1-10), 1-10.* Ausubel, D. (1983). Teoría del aprendizaje significativo... - Google Académico
- Caballero, J. S. (2023). La DT-Based Gamification in The Mathematics Class in Primary Education. REDIMAT, 12(1), 82-105. <https://doi.org/10.17583/redimat.9617>
- Cabezas Mejía, E. D., Andrade Naranjo, D., & Torres Santamaría, J. (2018). *Introducción a la metodología de la investigación científica. Quito Ecuador: ESPE.* <https://biblioteca.uazuay.edu.ec/buscar/item/52164>
- Durango-Warnes, C., & Ravelo-Méndez, R. E. (2020). Beneficios del programa Scratch para potenciar el aprendizaje significativo de las Matemáticas en tercero de primaria (Benefits of Implementing the Scratch Software to Enhance Meaningful Math Learning for Third Graders). *Trilogía Ciencia Tecnología Sociedad, 12(23).* <https://dialnet.unirioja.es/servlet/oaiart?codigo=7737085>
- Duval, R. (2006). *Un tema crucial en la educación matemática: La habilidad para cambiar el registro de representación.* La Gaceta de la Real Sociedad Matemática Española, 9(1), 143-168. Recuperado de: <https://cmapspublic.ihmc.us/rid=1JM80JJ72-G9RGZN-2CG/La%20habilidad%20para%20cambiar%20el%20registro%20de%20representaci%C3%B3n.pdf>
- Gallo, M. (2023). La evolución de los computadores, transformando el mundo a través de la tecnología. REITUM. *Revista de la Escuela de Ingenierías y Tecnologías Unimonserate, 4(1), 9-24.* DOI: 10.29151/reit.n4a2
- Gurjanow, I., Oliveira, M., Zender, J., Santos, P. A., & Ludwig, M. (2019). Mathematics trails: Shallow and deep gamification. *International Journal of Serious Games, 6(3), 65-79.* DOI: <https://doi.org/10.17083/ijsg.v6i3.306>
- Hurtado, M. Á. (2018). *La realización de aplicativos con Scratch como una forma de reflexión docente.* Memorias del quinto Encuentro Distrital de Educación Matemática. 133-1. <http://funes.uniandes.edu.co/14380/>

- Hurtado, M. Á. (2020). *Estudia en Casa. Un entorno web para la enseñanza y aprendizaje de las matemáticas*. <https://miguelhurtado3e.github.io/matematicas/home/home.html>
- Hurtado, M. Á. (2021). *Entornos educativos web, espacios de enseñanza y aprendizaje*. Colombia Aprende. <https://www.colombiaprende.edu.co/recurso-coleccion/entornos-educativos-web-espacios-de-ensenanza-y-aprendizaje>
- MEN (2023-1). *Evaluar para avanzar. Cuadernillo 1 de matemáticas para el grado 3°*. <https://drive.google.com/drive/folders/1l-ty0-mxk5KJ-jn56igoKws0u9n40eTV6>
- MEN (2023-2). *Evaluar para avanzar. Cuadernillo 2 de matemáticas para el grado 3°*. https://drive.google.com/drive/folders/1F_jfeSM-mGzNsyaZZ5eHcAf9MD_X8bNHH
- Mendivelso, F., & Rodríguez, M. (2018). Prueba Chi-Cuadrado de independencia aplicada a tablas 2xN. *Revista Médica Sanitas*, 21(2), 92-95. <https://revistas.unisanitas.edu.co/index.php/rms/article/view/368>
- Papanastasiou, G. P., Drigas, A. S., & Skianis, C. (2017). Serious games in preschool and primary education: Benefits and impacts on curriculum course syllabus. *International Journal of Emerging Technologies in Learning*, 12(1). DOI:10.3991/en.v12i01.6065
- Python statistics (2022). Librerías de código de programación para la estadística y la probabilidad. <https://docs.python.org/3/library/statistics.html>
- Riaño, F. (2024). *Gamificación con Scratch como herramienta para la enseñanza de las operaciones básicas en grado tercero IEO Fagua*. [Tesis de maestría]. Universidad Tecnológica y Pedagógica de Colombia.
- Scratch (2018). *Lenguaje de Programación Visual*. <https://scratch.mit.edu/>
- Vásquez, J. (2021). *Gamificación en educación: una revisión del estado actual de la disciplina*. Areté. *Revista Digital del Doctorado en Educación de la Universidad Central de Venezuela*. 7 (1), 117 – 139. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=8293878>