

ORIGINAL
Artículo de investigación

Herramientas digitales como estrategia pedagógica en el desarrollo del pensamiento espacial y sistemas geométricos*

Digital tools as a pedagogical strategy in the development of spatial thinking and geometric systems

Recibido: Mayo 10 de 2023 - Evaluado: Agosto 13 de 2023 - Aceptado: Noviembre 15 de 2023

Nataly Riaño-Eslava*
ORCID: 0009-0004-7192-6393
José Albeiro Amado-Suárez***
ORCID: 0009-0005-0031-7950

Para citar este artículo / To cite this Article

Riaño-Eslava N., & Amado-Suárez, J. A. (2024). Herramientas digitales como estrategia pedagógica en el desarrollo del pensamiento espacial y sistemas geométricos. *Revista Gestión y Desarrollo Libre*, 9(17), 1-12. <https://doi.org/10.18041/2539-3669/gestionlibre.17.2024.11049>

Editor: Dr. Rolando Eslava-Zapata

Resumen

La presente investigación tiene como objetivo desarrollar una propuesta educativa para la enseñanza de las figuras geométricas y el concepto de área apoyado en las herramientas digitales Cabri Express, Simuladores PhET y el Objeto Virtual de Aprendizaje, con estudiantes de grado tercero de la Institución Educativa Técnica Ambiental Sote Panelas del municipio de Motavita en Boyacá, Colombia. La metodología es de corte cualitativo de alcance descriptivo, las técnicas de recolección de información fueron en el pre y post test, el grupo de participantes estuvo conformado por 10 estudiantes seleccionado por muestreo no probabilístico por conveniencia. Los resultados permiten concluir que, en la prueba diagnóstica los estudiantes tenían un desempeño bajo asociado a las competencias que integra la visualización, creación y descripción de figuras geométricas planas y cónicas como en el apresamiento verbal de las mismas, factores que fueron cubiertos con el desarrollo de las actividades de interacción con recursos y ambientes tecnológicos, ya que se facilita la estimulación de estilos de aprendizaje variados (visuales y prácticos) y la adquisición de destrezas en materia de construcción y descripción de objetos geométricos más complejos,

* Artículo inédito. Artículo de investigación e innovación. Artículo de investigación. Proyecto de investigación vinculado a la Maestría en Didáctica de la Matemática de la Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia, Colombia.

** Licenciada en Matemáticas por la Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia, Colombia. Email: natalyries17@gmail.com

*** Licenciado en Educación Básica con Énfasis en Matemáticas, Humanidades y Lengua Castellana por la Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia, Colombia. Profesor de la Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia, Colombia. Email: Jose.amado02@uptc.edu.co

reconociendo sus propiedades y relaciones entre ellas y otras competencias digitales.

Palabras Clave: Aprendizaje Activo, Enseñanza de las Matemáticas, Geometría, Innovación Educativa y Tecnología Educativa

Abstract

This research aims to develop an educational proposal for the teaching of geometric figures and the concept of the area supported by the digital tools Cabri Express, PhET Simulators, and the Virtual Learning Object, with third-grade students of the Sote Panelas Environmental Technical Educational Institution of the municipality of Motavita in Boyacá, Colombia. The methodology is qualitative and descriptive in scope; the data collection techniques were pre and post-test, and the group of participants consisted of 10 students selected by non-probabilistic sampling for convenience. The results allow us to conclude that, in the diagnostic test, the students had a low performance associated with the competencies that integrate the visualization, creation, and description of flat and conical geometric figures and their verbal apprehension, factors that were covered with the development of interaction activities with technological resources and environments, as they facilitate the stimulation of varied learning styles (visual and practical) and the acquisition of skills in the construction and description of more complex geometric objects, recognizing their properties and relationships between them and other digital competences.

Keywords: Activity Learning, Mathematics Education, Geometry, Educational Innovations and Educational technology

SUMARIO

INTRODUCCIÓN – ESQUEMA DE RESOLUCIÓN. – I. Problema de investigación. II. - Metodología. III. - Plan de redacción. - 1. Geometría Dinámica. - 2. Software PhET para la enseñanza. - 3. Objeto Virtual de Aprendizaje (OVA). - 4. Referentes de calidad del MEN. - IV. Resultados de investigación. – 1. Construcción de figuras geométricas con Cabri Express. - 2. Simulador PhET en la concepción de área. - 3. OVA en la retroalimentación de conceptos. – CONCLUSIONES. – REFERENCIAS.

Introducción

Los grandes esfuerzos que han realizado los sistemas educativos de Colombia en incorporar herramientas digitales en los procesos de enseñanza y aprendizaje, para crear habilidades digitales, debido a la reciente demanda de actualizar los ambientes de aprendizaje anticuados en aquellos que permiten una realidad digital (Parra, *et al.*, 2014, p. 198), es un cambio que aun esta en proceso de desarrollo. Conforme crece la población capacitada de un lugar se van creando estrategias que permiten a las nuevas generaciones evolucionar (Darwin, 1859, p. 14).

Las situaciones que ofrece el sector tecnológico, desarrollan en el ser humano las habilidades para afrontar y resolver problemas acorde a la necesidades de la actualidad (Ortega, *et al.*, 2021, p. 43). Así mismo, la necesidad de replantear las prácticas educativas dejan a un lado la enseñanza tradicional del docente como jefe supremo copiando los enunciados de los libros en el pizarrón, buscan centrar la enseñanza en la innovación, un claro ejemplo es la enseñanza de la geometría mediada con los múltiples softwares matemáticos: GeoGebra; Cabri Geometry; WolframAlpha, OVA y Simuladores Phet, entre otros (Acosta & Cardozo, 2021, p. 257).

Los software ofrecen la oportunidad de demostrar y construir figuras geométricas en los niveles de educación básica, media y superior, y en cualquier tipo de educación formal,

informal y no formal (Vinasco, 2013, p. 6), es por tal razón que se decide realizar la presente investigación en los estudiantes de grado tercero de la Institución Educativa Técnica Ambiental Sote Panelas del municipio de Motavita (Boyacá), con la enseñanza de polígonos y poliedros mediados con el software matemático Cabri Express, así como también el uso de simuladores PhET con la introducción al concepto área y el uso de un Objeto Virtual de Aprendizaje (OVA), para realizar retroalimentación de los temas vistos con anterioridad.

En vista de las dificultades de aprendizaje que se observan en los estudiantes en el aula de clase es que se implementan dichos software, que llevan a los estudiantes a mejorar su proceso de enseñanza y aprendizaje, mediante la aplicación de secuencias didácticas que buscan facilitar el desarrollo del pensamiento espacial y de sistemas geométricos, para que puedan enfrentarse a diferentes requerimientos cognitivos con el fin de molvilizar nociones matemáticas y las dimensiones de desarrollo propias de este nivel (Gutiérrez, 2013, p. 12). En este sentido se desarrollan actividades que permiten comprender y asimilar de una forma más fácil y agradable los conceptos matemáticos para que se logren los objetivos propuestos en el aula de clase.

Todo el proceso que se desarrolla busca obtener resultados que permitan definir los aspectos positivos y los que hay por mejorar frente al aprendizaje en la labor docente y que los resultados sean favorables para los mismos estudiantes, los cuales serán medibles por medio de pruebas evaluativas que permitan obtener conclusiones para así hacer las correcciones que sean necesarias, como afirma Cejas & Alvarez (2006, p. 149) sobre evaluación, que comienza con la búsqueda de información válida y confiable, para formular juicios de valor, con el propósito de ayudar a quienes intervienen en esta actividad, lo cual busca que a través de esta, los docentes puedan verificar el alcance de la investigación.

Esquema de resolución

1. Problema de la investigación

¿Cómo se puede mediar el proceso de formación a los estudiantes de grado tercero de la Institución Educativa Técnica Ambiental Sote Panelas a través de herramientas digitales?

2. Metodología

El enfoque de la investigación, buscó comprender los ambientes tecnológicos e innovadores que enfrentan los alumnos desde temprana edad de escolaridad, desde una perspectiva Emic e integral o completa del fenómeno de estudio (Sánchez, 2019, p. 104). Las características que ofrece el enfoque cualitativo nos permitieron describir la experiencia que tuvieron los estudiantes de tercer grado de la Institución Educativa Técnica Ambiental Sote Panelas de la sede de Versalles, en donde se incursionaron a figuras geométricas y áreas desde el uso de la geometría dinámica y un software, que permite la simulación de objetos matemáticos, respectivamente (Machado, 2022, p. 17).

La investigación descriptiva o también llamada diagnóstica, según Guevara, *et al.* (2020, p. 167), sirve para hacer correctivas a las metodologías de enseñanza y aprendizaje, tanto del docente que imparte la asignatura, como de la institución educativa con el propósito de formular estrategias que fomenten la adquisición de conocimientos desde un punto de vista interactivo y familiar a las necesidades circundantes del estudiante. Según Valle, *et al.* (2022, p. 9), los investigadores deben realizar un análisis detallado, holístico y complejo para saber

como responder a situaciones que son de compleja comprensión para una población que presente dificultades de aprendizaje de un tema en particular.

Las investigaciones realizadas con este tipo de investigación buscan describir las experiencias que tuvieron los sujetos sin identificar causas y relaciones entre sujetos, manteniendo cercanía con los datos recopilados y calidez en los términos que describen la situación experimental (Mejía, 2005). Así mismo, se analizaron los datos recopilados de la muestra de estudiantes de la I.E (Institución Educativa), ubicada en el municipio de Motavita (Boyacá).

Las técnicas e instrumentos de recolección y análisis de datos, se realizaron a través de una secuencia didáctica con un enfoque por competencias, con el propósito de fomentar la adquisición de conocimiento desde el desarrollo de competencias acordes a la actualización tecnológica, propia del siglo XXI, y que contrarresta el aprendizaje tradicional (Ávila & Paredes, 2020, p. 66). Las herramientas digitales dentro del aula de clase, ofrecen la oportunidad de desarrollar habilidades digitales que permiten al estudiante adaptarse de manera rápida y eficiente a ambientes tecnológicos que permiten evolucionar de acuerdo con la actualidad (Parra, *et al.*, 2014, p.198).

Según Díaz (2013, p. 20), la estrategia de aprendizaje valora al alumno de manera integral y presenta tres etapas esenciales del proceso de formación: (1) una prueba de entrada, también llamada prueba de inicio o pre – test en donde se pretendió hacer un diagnóstico de los conocimientos previos necesarios para incursionarlo al objetos matemáticos; (2) actividades de desarrollo acordes al contenido temático y mediado por softwares acordes al nivel de escolaridad de los escolares; (3) una prueba de salida, también llamada prueba final o post – test en donde se pretendió evidenciar si adquirieron los conocimientos suficientes para que los implementen en resolver situaciones problema de su entorno inmediato.

Así mismo, se implementa un OVA para realizar retroalimentación de los conceptos construidos con anterioridad, entendido este software como una nueva herramienta digital que permite introducir un tema desde la innovación y exploración tecnológica. El OVA sigue la teoría constructivista de Bruner, porque ve el aprendizaje como un proceso activo que construye nuevos conocimientos desde los adquiridos con anterioridad y permite la toma de decisiones desde las estructuras cognitivas acordes a la experiencia (Bruner, 1991, p. 31).

3. Plan de Redacción

3.1 Geometría dinámica

El software de geometría dinámica Cabri Géomètry es el producto de una investigación científica realizada por la Universidad Joseph Fourier y el Centro Nacional de Investigación Científica (CNRS) a finales de la década de los 80, la plataforma sirve para la construcción de figuras geométricas desde una computadora o una calculadora Texas Instruments y es dirigido tanto para profesores como alumnos (Bainville, 2005). Según Cruz (2021) cuando se hace referencia al software inmersamente se está hablando de “1 2 3 ... Cabri, Cabri II Plus; Cabri 3D; Nuevo Cabri y Cabri Express que constituyen la familia Cabri” (p. 34).

3.2 Software PhET para la enseñanza

Los Simuladores PhET son una herramienta digital gratuita e interactiva, ofrece simulaciones en las áreas de física, química, matemáticas, ciencias de la tierra y biología, y tiene más de 1.1 mil millones de simulaciones ejecutables (Wieman, 2002). El software fue creado por Premio Nobel Carl Wieman Phet en el 2002, como un proyecto investigativo en educación de la Universidad de Colorado en Boulder que buscaba aprender descubriendo, visualizando y manipulando (Aguilar & Coveñas, 2022, p. 72).

Según Vargas (2020, p. 48), el software permite a la comunidad académica interactuar con actividades de aprendizaje de manera llamativa, mediante la interacción de controles bastante intuitivos que ofrecen representaciones semióticas de conceptos abstractos y realizando una retroalimentación inmediata con el propósito de afianzar conocimientos que antes no eran de dominio. La plataforma ofrece 46 simulaciones para el área de matemáticas, que pueden ser ejecutables en cualquier tipo de navegador y se pueden encontrar en versiones como Java, Flash y HTML 5 (Cabrero, *et al.*, 2010, p.59).

3.3 Objeto Virtual de Aprendizaje (OVA)

Un OVA es una herramienta digital que una persona con acceso a *Internet* puede diseñar o utilizar para fines educativos, en donde se deben evidenciar tres etapas esenciales: el contenido temático del concepto o la idea que se quiere impartir, las actividades de aprehensión del conocimiento y la prueba de salida que evidencia si la herramienta medio adecuadamente la construcción del nuevo conocimiento (Albarracín, *et al.*, 2020, p. 5). Esta herramienta digital innovadora replantear los procesos de enseñanza y aprendizaje que los docentes suelen implementar.

Los docentes que implementan nuevas metodologías de enseñanza, propias de la actualización docente suelen tener resultados significativos en los estudiantes (Escobar, 2016, p. 17). La herramienta diseñada para construcción del pensamiento geométrico ofrece los espacios de: audio de presentación creado por los docentes, contenido temático de figuras geométricas, cuestionarios realizados en Google Form y Evaluación realizada en Quizizz, además juegos para relacionar una representación simbólica con una gráfica y videos guía tomados de YouTube.

3.4 Referentes de calidad del MEN

Los Estándares Básicos de Competencias (EBC) son un documento de referencia de la educación, que orienta el diseño de los planes educativos para que las personas adquieran las competencias para desempeñar una actividad académica o laboral (Correa, 2023, p. 75). Dentro de los cinco pensamientos que define, el pensamiento espacial y sistemas geométricos del grupo de grados de primero a tercero establece un estándar que se relaciona con la investigación “realizo construcciones y diseños utilizando cuerpos y figuras geométricas tridimensionales y dibujos o figuras geométricas bidimensionales” (2002, p. 80).

Así mismo, los Lineamientos Curriculares son otro referente de calidad que establece el Ministerios de Educación Nacional (MEN) para orientar las clases de matemáticas y los procesos curriculares de cualquier institución de carácter público o privado (Ministerios de Educación Nacional, 1998, p. 4). En él se establece que todo conocimiento básico, ubicado dentro de los cinco pensamientos debe pasar por los cuatro procesos de aprendizaje que se

desenvuelven según el ambiente circundante del estudiante (Ministerios de Educación Nacional, 1998, p. 18).

4. Resultados de Investigación

4.1 Construcción de figuras geométricas con Cabri Express

El promedio de notas de los estudiantes cuando se les aplicó la primera prueba fue de 2,50, es decir que en la escala de valoración según el Sistema Institucional de Evaluación de los Estudiantes (SIEE) del Ministerio de Educación Nacional (MEN), se encontraban en un nivel de desempeño bajo, sin embargo, después de que se aplicó la estrategia didáctica los estudiantes arrojaron resultados significativos con un promedio de notas de 4,0, ubicándolos en un nivel de desempeño alto. Estos resultados indican que el 45,00% de los estudiantes aprobaron la primera prueba, mientras que el 80,00% de los estudiantes aprobaron la prueba final, evidenciando una evolución del 35,00%.

Las dos actividades propuestas en el desarrollo de la estrategia didáctica se realizaron simultáneamente a la explicación y construcción de las figuras geométricas planas o polígonos y de cuerpos geométricos o poliedros, en donde se le daba a cada estudiante dos tablas con la representación gráfica de 12 figuras geométricas, seis en 2D y seis en 3D. En la primera actividad se puede evidenciar que el 50,00% de las respuestas son correctas, mientras que en la segunda actividad el 24,24% de las respuestas son correctas, permitiendo evidenciar un nivel de complejidad superior sobre los cuerpos geométricos (tabla 1).

Tabla 1. Formato de validación de niveles de dificultad: actividad polígonos

Preguntas	Cantidad de estudiantes que respondieron el nombre	Cantidad de estudiantes que respondieron el número de lados	Cantidad de estudiantes que aciertan	Cantidad de estudiantes que fallan	Nivel de dificultad (%) aciertos
1	5	9	5	6	54,55 M
2	11	11	11	0	0,00 B
3	9	11	9	2	18,18 B
4	2	8	2	9	81,82 A
5	11	4	4	7	63,64 M
6	2	17	2	9	81,82 A

Nota. Alto (A): rango [80,00% - 100,00%]; Medio (M): rango [30,00% - 79,00%]; Bajo (B): rango [0,00% - 29,00%].

Fuente: elaboración propia.

De acuerdo con la tabulación de los datos el nivel de dificultad alcanzado en las preguntas 2, 3 y 5 es bajo (B), en las preguntas 1 es medio (M), y en las preguntas 4 y 6 es alto (A), es decir que en promedio del nivel de dificultad alcanzado en toda la actividad es medio (Villagrán, et al., 2002) (tabla 2).

Tabla 2. Formato de validación de niveles de dificultad: actividad poliedros

Preguntas	Cantidad de estudiantes que respondieron el nombre	Cantidad de estudiantes que respondieron el número de caras	Cantidad de estudiantes que respondieron el número de vértices	Cantidad de estudiantes que aciertan	Cantidad de estudiantes que fallan	Nivel de dificultad (%) aciertos
1	5	7	8	2	9	81,82 A
2	5	5	6	2	9	81,82 A
3	10	8	8	7	4	36,36 M
4	3	0	2	0	11	100,00 A
5	6	1	1	0	11	100,00 A

6	9	5	10	5	6	54,55	M
---	---	---	----	---	---	-------	---

Nota. Alto (A): rango [80,00% - 100,00%]; Medio (M): rango [30,00% - 79,00%]; Bajo (B): rango [0,00% - 29,00%].

Fuente: elaboración propia.

De acuerdo con la tabulación de los datos el nivel de dificultad alcanzado en las preguntas 3 y 6 es medio (M), y en las preguntas 1, 2, 4 y 5 es alto (A), mientras que no hay preguntas en donde el nivel de dificultad sea bajo, es decir que en promedio del nivel de dificultad alcanzado en toda la actividad es alto (Villagrán, *et al.*, 2002) (tabla 3).

Tabla 3. Evolución del Conocimiento Geométrico

Estudiante	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Nota Diagnóstico	3	2	3.3	5	1.5	1	3	3	3	1	2
Nota Evaluación de salida	5	3.3	3.5	2.5	3.3	3.3	4.3	4.3	4.6	4.3	4.3

Fuente: elaboración propia.

4.2 Simulador PhET en la concepción de área

La incursión al concepto de área se realizó por medio de un simulador *PhET* denominado “Constructor de áreas” en donde se evidenció que los alumnos estuvieron receptivos a la explicación docente realizada a través de una proyección con el video Beam y que los alumnos iban siguiendo con un computador portátil que brinda la I. E. Los resultados de la aplicación de la prueba los ubican en un nivel de conocimiento alto con un promedio de notas de 4,00, además de una mediana y moda de 4,60, esto considerando que el rango de notas es de 2,60 con una nota mínima de 2,40 y máxima de 5,00 (tabla 4).

Tabla 4. Frecuencia de la Actividad 1

RANGO	%
5	18,00
4.7	9,00
4.6	27,00
4.5	9,00
3.5	9,00
3.2	9,00
2.4	18,00

Nota: el rendimiento de la actividad se midió de la siguiente forma: superior, 4,6 a 5,0, alto de 4,0 a 4,5, básico 3,0 a 3,9 y bajo 2,0 a 2,9.

Fuente: elaboración propia.

La tabla 5 permite reconocer que aproximadamente el 55,00% de los alumnos se encuentran en un nivel de conocimiento superior, el 9,00% en un nivel alto, el 18,00% en un nivel básico y el 18,00% en un nivel bajo, considerando que 82,00% de los estudiantes lograron el conocimiento esperado, sin embargo, los resultados no se evidencian únicamente con las pruebas escritas, cuando se realizó observación directa los estudiantes demostraban motivación por interactuar con ambientes diferentes a los habituales y que permiten el desarrollo de situaciones próximas a la realidad inmediata de los mismos.

En una segunda etapa de la aplicación de la secuencia didáctica mediada por el software *PhET*, se hizo uso de simulador denominado “Modelo de Áreas: Introducción” en donde se evidenció que los alumnos encontraron un nivel de dificultad superior al encontrado en el anterior simulador, esto a razón de que el promedio de las notas fue de 3,30 ubicándolos en un nivel de conocimientos básico, además de una mediana y rango de notas de 3,70, en donde su nota mínima fue de 1,30 y máxima de 5.

Tabla 5. Frecuencia de la Actividad 2

Rango	%
1,3	9,00
1,5	9,00
2,9	9,00
3	9,00
3,3	18,00
3,7	9,00
4,2	18,00
4,6	9,00

Nota: el rendimiento de la actividad se midió de la siguiente forma: superior, 4,6 a 5,0, alto de 4,0 a 4,5, básico 3,0 a 3,9 y bajo 2,0 a 2,9.

Fuente: elaboración propia.

La interpretación de la tabla permite reconocer que aproximadamente el 28,00% de los alumnos se encuentran en un nivel de conocimiento superior, el 9,00% en un nivel alto, el 36,00% en un nivel básico y el 27,00% en un nivel bajo, considerando que 73,00% de los estudiantes lograron el conocimiento esperado, sin embargo, aunque la receptividad fue menor en esta etapa se logra ver que la motivación frente a la incursión de objetos matemáticos con los ambientes virtuales de aprendizaje es de optima aceptación para toda la comunidad académica.

Finalmente, los resultados de la aplicación de la prueba de salida realizada para evidenciar si la aprehensión del conocimiento de área era el esperado, arrojo que el 30,00% de los alumnos lograron adquirir un nivel de conocimiento superior, el 30% un nivel alto y el 40,00% un nivel básico, es decir que todos los estudiantes que decidieron participar voluntariamente en la investigación tuvieron un promedio de notas de 4,2 ubicándolos en un nivel de conocimiento alto.

4.3 OVA en la retroalimentación de conceptos

El diseño y presentación del OVA, se realizó por medio de la plataforma *eXeLearning*, como una estrategia pedagógica de retroalimentación de los conceptos vistos con anterioridad, de esta manera el OVA nos muestra una pantalla principal de presentación mediante la herramienta digital *Voki*, en donde se realiza una bienvenida al software y se contextualiza al usuario sobre los que se va a encontrar durante la exploración de la herramienta.

Continúa con una segunda pantalla de conceptos previos, aquellos construidos a través de *Cabri Express* y Simuladores *PhET*, en donde se visualizan dos cuestionarios realizados en Google Form e insertados como una extensión a la plataforma; los cuestionarios están relacionados a polígonos y poliedros. Así mismo, una tercera pantalla con dos juegos con el propósito de encontrar en cada uno seis pares de figuras geométricas y en la parte baja de la pantalla se muestra un video anexado desde la aplicación *Wordwall*, en donde se realiza explicación de las características de las figuras geométricas.

Finalmente, se muestra una evaluación de 10 preguntas realizadas en la plataforma *Quizizz* y anexada a la herramienta digital como una extensión del OVA; la prueba de salida permite ejecutarla sin salirse de la plataforma y realizando síntesis de los conceptos básicos que el estudiante debe evidenciar que son de dominio, de esta forma la misma plataforma ubica a los estudiantes de mayor a menor puntaje, definiendo quienes comprendieron el contenido temático mejor que otros.

Conclusiones

El implemento de herramientas digitales durante los procesos de enseñanza y aprendizaje de la geometría, evidencian resultados favorables en los estudiantes de temprana edad de escolaridad, muestra de ello es la implementación del software Cabri Express, para la construcción de figuras geométricas, en donde obtuvieron una mejora significativa del 35,00%, en un periodo de tiempo inferior al que requieren en ambientes de aprendizaje tradicionales, además del desarrollo de habilidades digitales aptas para la nueva era tecnológica.

Algunos estudiantes, después de algunas instrucciones iniciales comenzaron a realizar figuras geométricas planas y sólidos, regulares e irregulares en el computador, que les permitió descubrir por sí solos otras funciones que ofrecía el software y familiarizarse con el manejo y construcción de sólidos, utilizando cada una de las pestañas con su respectiva función que le permitió colorear, mover, eliminar, agregar, agrandar y expresar de forma gráfica figuras geométricas, de acuerdo a su preferencia con menos tiempo del que normalmente gastan con lápiz y papel.

Por otro lado, durante la incursión al concepto de área mediado por los simuladores *PhET* se logra ubicar a los estudiantes en un nivel de conocimiento alto, según la escala de valoración del SIEE. Ahora bien, se pudo verificar que la motivación con la implementación de los simuladores aumento, porque podían relacionar situaciones de la plataforma con situaciones próximas a la realidad, permitiendo hacer correlaciones y a enfrentarse a situaciones problema de su entorno con mayor experticia.

La importancia de diseñar estrategias innovadoras, basada en softwares matemáticos, que promueven un mejor aprendizaje y en menor tiempo, nos permitió demostrar que, en los resultados finales, los estudiantes obtuvieron mejores calificaciones y aplicaron sus conocimientos en situaciones de su entorno, mencionando características como: nombres de las figuras, números de caras, vértices, áreas, potenciación y producto, por medio de la experimentación y visualización que ofrecen las herramientas.

Finalmente, el diseño e implementación del OVA, para la retroalimentación de los conceptos previos, ubica a los estudiantes en un nivel de desempeño alto, con un promedio de notas de 4,30, dando a considerar que el aprendizaje mejoró significativamente y es una práctica pedagógica que permite réplicas en nuevos grupos. Estos resultados se evidencian también con el nivel de motivación que lo estudiantes manejan cuando se enfrentan a una herramienta digital y la participación constante durante el desarrollo de las clases.

Igualmente se experimentó en los estudiantes el trabajo colaborativo, ya que entre ellos se brindaron aportes que les permitía avanzar y seguir explorando la herramienta de trabajo, como afirma Vaillant & Manso (2019), el trabajo colaborativo se da desde la intersubjetividad al compartir espacio y tiempo con otros y, principalmente, generando un conocimiento contribuido, que fue lo que específicamente se observó en el desarrollo de la secuencia didáctica.

Referencias

- Acosta, M., & Cardozo, S. (2021). Una estrategia de enseñanza de la demostración utilizando software de geometría dinámica. *Tecné, Episteme y Didaxis*, 49, 255–276. Obtenido de <https://search-ebscohost-com.biblio.upc.edu.co/login.aspx?direct=true&db=asn&AN=147940073&lang=es&site=ehost-live>
- Aguilar, J., & Coveñas, J. (2022). Elaboración de una suite para la enseñanza de la matemática, en la educación básica regular-nivel secundario utilizando Google Classroom. (*trabajo de maestría*). Perú: Universidad Nacional de Piura. Obtenido de <http://repositorio.unp.edu.pe/handle/20.500.12676/3226>
- Albarracín, C., Hernández, C., & Rojas, J. (2020). Objetos Virtuales de Aprendizaje para desarrollar las habilidades numéricas: una experiencia con estudiantes de educación básica. *Panorama*, 14(26), 111-133. doi: <https://doi.org/10.15765/pnrm.v14i26.1486>.
- Ávila, M., & Paredes, I. (2020). La secuencia didáctica desde el enfoque por competencias. *Encuentro Educacional*. 23(1, 2, 3) 65-80. Obtenido de <https://produccioncientificaluz.org/index.php/encuentro/article/view/31552>
- Bainville, E. (2005). *Cabri geometre Plus II. Manual del usuario*. Obtenido de http://educagratis.cl/moodle/pluginfile.php/75543/mod_resource/content/1/manual_del_usuario.pdf
- Bridle, J. (2020). *La nueva edad oscura: la tecnología y el fin del futuro*. Debate. Obtenido de <https://www.marcialpons.es/libros/la-nueva-edad-oscura/9788417636746/>
- Bruner, J. (1991). *Actos de significado: más allá de la revolución cognitiva*. Madrid: Alianza.
- Cabrero, F., Sánchez, J., Sánchez, A., Borrajo, J., Rodríguez, M., Cabrero, M., & Juanes, J. (2010). Simulaciones computacionales en la enseñanza de la Física Médica. *Repositorio documental Gredos*, 46-74. Obtenido de <http://hdl.handle.net/10366/100571>
- Cejas, C., & Álvarez, P. (2006). Evaluación de los resultados del aprendizaje. *Revista Argentina de Radiología*, 70(2), 149-155. Obtenido de <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=382538441009>
- Correa, A. (2023). Ambientes Virtuales de Aprendizaje como estrategia de evaluación formativa en la modelación matemática de la Institución Educativa Juvenil Nuevo Futuro de Medellín. (*trabajo de Maestría*). Colombia: UNAD. Obtenido de <https://repository.unad.edu.co/handle/10596/54424>

Cruz, K. (2021). Herramientas informáticas en la matemática. Herramientas de programación MATLAB, GEOGEBRA, CABRÍ, generalidades, funciones principales, gráficos y cálculos con MATLAB, GEOGEBRA y CABRÍ, instrucciones, análisis de datos, diversos tratamientos. (*trabajo de Maestría*). Perú: Universidad Nacional de Educación Enrique Guzmán y Valle. Obtenido de <https://repositorio.une.edu.pe/handle/20.500.14039/6889>

Darwin, C. (1859). *On the Origin of Species by Means of Natural Selection, or the Preservation of Favoured Races in the Struggle for Life*. Londres: John Murray.

Díaz, A. (2013). Secuencias de aprendizaje. ¿Un problema del enfoque de competencias o un reencuentro con perspectivas didácticas? *Revista de Curriculm y Formación del Profesorado*, 17(3), 11-33. Obtenido de <https://revistaseug.ugr.es/index.php/profesorado/article/view/19667>

Escobar, F. (2016). El uso del tic como herramienta pedagógica para la motivación de los docentes en el proceso de aprendizaje y enseñanza en la asignatura de inglés. (*trabajo de maestría*). Colombia: Universidad Pontificia Bolivariana. Obtenido de <http://hdl.handle.net/20.500.11912/2762>

Guevara, G., Verdesoto, A., & Castro, N. (2020). Metodologías de investigación educativa (descriptivas, experimentales, participativas, y de investigación-acción). *RECIMUNDO: Revista Científica de la Investigación y el Conocimiento*, 4(3), 163-173. doi: [https://doi.org/10.26820/recimundo/4.\(3\).julio.2020.163-173](https://doi.org/10.26820/recimundo/4.(3).julio.2020.163-173)

Gutiérrez, L. (2013). La construcción del concepto de numero natural en preescolar: una secuencia didactica que involucra juegos con materiales manipulativos. (*trabajo de pre grado*). Perú: Universidad del Valle. Obtenido de <http://hdl.handle.net/10893/6777>

Hernández, R., Fernández, C., & Baptista, M. (2014). *Metodología de la investigación*. México: MCGRaw-HILL.

Machado, N. (2022). Simulador PHET como herramienta digital para la enseñanza-aprendizaje de las matemáticas. (*trabajo de maestría*). Ambato: Universidad Tecnológica Indoamérica. Obtenido de <https://repositorio.uti.edu.ec//handle/123456789/4632>

Mejía, E. (2005). *Metodología de la investigación científica*. Lima: Universidad Nacional Mayor de San Marcos.

Ministerio de Educación Nacional. (2002). *Estándares básicos de competencias en lenguaje, matemáticas, ciencias y ciudadanas*. Bogotá D.C.: Ministerio de Educación Nacional.

Ministerio de Educación Nacional de Colombia. (1998). Lineamientos curriculares en matemáticas. Bogotá D. C.: Ministerio de Educación Nacional. Obtenido de https://www.mineducacion.gov.co/1780/w3-article-339975.html?_noredirect=1#:~:text=Son%20las%20orientaciones%20epistemol

- Ortega, G., Téllez, A., Guarnizo, J., & Camacho, E. (2021). Entorno pedagógico para la enseñanza en básica primaria mediante el uso de sistema robótico comercial. *Ingeniería*, 26(1), 1-19. doi: <https://doi.org/10.14483/23448393.16721>
- Parra, S., Gómez, M., & Pintor, M. (2014). Factores que inciden en la implementación de las TIC en los procesos de enseñanza-aprendizaje en 5º de Primaria en Colombia. *Revista Complutense de Educación*, 26, 197-213. doi: https://doi.org/10.5209/rev_RCED.2015.v26.46483
- Sánchez, F. (2019). Fundamentos epistémicos de la investigación cualitativa y cuantitativa: Consensos y disensos. *Revista Digital de Investigación en Docencia Universitaria*, 13(1), 102-122. doi: <http://dx.doi.org/10.19083/ridu.2019.644>
- Vaillant, D., & Manso, J. (2019). *Orientaciones para la formación docente y el trabajo en el aula: aprendizaje colaborativo*. Chile: SUMMA. Obtenido de https://panorama.oei.org.ar/_dev2/wp-content/uploads/2019/05/APRENDIZAJE-COLABORATIVO.pdf
- Valle, A., Manrique, L., & Revilla, D. (2022). *La investigación descriptiva con enfoque cualitativo en educación*. Perú: Pontificia Universidad Católica del Perú. Obtenido de <https://repositorio.pucp.edu.pe/index/handle/123456789/184559>
- Vargas, J. (2020). Utilización de simulador PhET para el aprendizaje de las leyes de Newton. (*trabajo de pregrado*). Ecuador: Universidad Central de Ecuador. Obtenido de <http://www.dspace.uce.edu.ec/handle/25000/21810>
- Villagrán, M., Navarro, J., López, J., & Cuevas, A. (2002). Pensamiento formal y resolución de problemas matemáticos. *Psicothema*. Obtenido de <https://redined.educacion.gob.es/xmlui/handle/11162/5033>
- Vinasco, J. (2013). Propuesta pedagógica para fortalecer las competencias de los estudiantes del programa de formación complementaria en el área de tecnología e informática en la Institución Educativa Escuela Normal Superior de Riosucio. (*tesis de pregrado*). Colombia: Universidad Católica de Manizales. Obtenido de <https://repositorio.ucm.edu.co/handle/10839/678>
- Wieman, C. (2002). *Simulaciones interactivas de PhET*. <https://phet.colorado.edu/es/>

Agradecimiento

Los autores de la investigación expresamos un agradecimiento muy especial a la Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia desde la Maestría en Didáctica de la Matemática por su acompañamiento continuo en el desarrollo de este proceso, así mismo, se hace una especial mención a la Revista Gestión y Desarrollo Libre por permitirnos participar en su proceso de convocatoria para publicar nuestros hallazgos en su edición.