

Origami, estrategia didáctica para mejorar la enseñanza de la geometría

Origami, a didactic strategy to improve the teaching of geometry

Félix Montes Corrales¹ ; Mireya Frausto Rojas² 

RESUMEN

La geometría es uno de los componentes principales en la formación en matemáticas debido a que favorece el desarrollo del pensamiento espacial en los estudiantes; no obstante, la gran variedad de distractores que rodean a los discentes en la actualidad, precisa que en las aulas de clases se ponga en práctica estrategias didácticas versátiles, dinámicas, motivadoras e interesantes para los estudiantes. Esta investigación tuvo como propósito analizar la incidencia del origami como estrategia didáctica para mejorar la enseñanza de la geometría. El estudio se desarrolló por medio de una Investigación – Acción, puesto que se indagó sobre la capacidad de los estudiantes para el aprendizaje de la geometría mediante la utilización del origami, así como también de las dificultades o debilidades de algunos de los educandos que participaron en el proyecto. En este orden de ideas, el docente fue partícipe del proceso, como agente facilitador del aprendizaje, a partir de la asesoría y seguimiento en el desarrollo de cada uno de los talleres. A su vez, se tomó como referencia un Enfoque Cualitativo puesto que se describen los hallazgos tanto en los grupos experimental como de control. La estrategia se desarrolló con estudiantes de grado sexto de la Escuela Normal Superior Santiago de Tunja (Boyacá) a partir de la aplicación de talleres de origami consistentes en modelos bidimensionales y tridimensionales, encaminados a la enseñanza de conceptos fundamentales de geometría. El análisis del impacto de la aplicación de la estrategia se lleva a cabo mediante grupos experimentales y de control, a los cuales se les aplica un pretest y post-test. Los resultados señalan que el origami como estrategia didáctica, incide significativamente en el aprendizaje de la geometría y en la consolidación de conceptos geométricos dado que la mayoría de los estudiantes del grupo experimental mostró avances en temas como mediatrices, bisectrices angulares, triángulos, polígonos, congruencia y simetría.

Palabras clave: Origami; Estrategia; Enseñanza; Geometría.

Fecha de recepción: mayo 2021; fecha de aceptación: mayo 2021

¹ Escuela Normal Superior Santiago de Tunja, Boyacá, Colombia.

² Universidad Americana de Europa, México

Autor de correspondencia: Félix Montes Corrales. Email: felixmontes36@gmail.com



Este es un artículo publicado en acceso abierto bajo una Licencia Creative Commons.

ABSTRACT

Geometry is one of the main components in mathematics education because it favors the development of spatial thinking in students; nevertheless, the great variety of distracters that surround students nowadays requires that versatile, dynamic, motivating and interesting didactic strategies be implemented in the classroom. The purpose of this research was to analyze the incidence of origami as a didactic strategy to improve the teaching of geometry.

The study was developed by means of an Action-Research, since it inquired about the capacity of students to learn geometry through the use of origami, as well as the difficulties or weaknesses of some of the students who participated in the project. In this order of ideas, the teacher was a participant in the process, as a facilitator of learning, from the advice and monitoring in the development of each of the workshops. At the same time, a Qualitative Approach was taken as a reference, since the findings are described in both the experimental and control groups.

The strategy was developed with sixth grade students of the Escuela Normal Superior Santiago de Tunja (Boyacá) through the application of origami workshops consisting of two-dimensional and three-dimensional models, aimed at teaching fundamental concepts of geometry. The analysis of the impact of the application of the strategy is carried out by means of experimental and control groups, to which a pretest and post-test are applied. The results show that origami as a didactic strategy has a significant impact on the learning of geometry and the consolidation of geometric concepts, since most of the students in the experimental group showed progress in topics such as mediatizes, angular bisectors, triangles, polygons, congruence and symmetry.

Keywords: Origami; Strategy; Teaching; Geometry.

INTRODUCCIÓN

La geometría, por su mismo carácter de herramienta para interpretar, entender y apreciar un mundo que es eminentemente geométrico, constituye una importante fuente de modelación y un ámbito por excelencia para desarrollar el pensamiento espacial y procesos de nivel superior (Ministerio de Educación Nacional de Colombia, 1997). Retomando las palabras de Lombardo (1983) se puede incluso decir que “la geometría es varios miles de años más antigua que la aritmética; y sin lugar a dudas, la geometría ha sido la primera verdadera ciencia construida por el hombre”.

Conviene, sin embargo, advertir que para Gamboa & Ballesterro (2010) en el “sistema de educación formal, en primaria y secundaria, usualmente los contenidos de geometría son presentados al estudiante como el producto acabado de la actividad matemática. La enseñanza tradicional de esta disciplina se ha enfatizado en la memorización de fórmulas”. La verdad es que al tenor de lo dicho por Gamboa & Ballesterro (2009), en la educación tradicional “se deja en segundo plano los procesos implícitos de construcción y de razonamiento del conocimiento de geometría”.

En opinión de Goncalves (2006), “la enseñanza de la Geometría ha estado limitada al hecho de conceptualizar figuras y plasmarlas sobre el papel; en la mayoría de los casos, los alumnos no cuentan con objetos, formas, ejemplos reales que les permitan captar mejor los contenidos”. Circunstancias similares son descritas por Barrantes & Zapata (2015) al asegurar que “en la enseñanza tradicional y en los libros de textos es frecuente encontrarse con ciertos estilos generalizados sobre las figuras y los conceptos geométricos, que crean esquemas mentales inadecuados para que el alumno desarrolle un pensamiento abierto y divergente”.

Adviértase, pues, que en afirmación de (Báez e Iglesias, 2007; Paredes, Iglesias & Ortiz, 2007), en la gran mayoría de los colegios, la geometría se enseña de manera tradicional, “sólo realizan construcciones concretas, trabajan de forma tradicional (pizarrón, marcador y libro) y el docente administra las clases, y el alumno participa como un ente pasivo”. En relación con la idea anterior, bien lo manifiesta Godino (2005) que el saber matemático no se limita al conocimiento e identificación de definiciones y propiedades de los elementos matemáticos, sino que es la capacidad de usar el lenguaje y los conceptos para resolver problemas, puesto que es necesario relacionar los objetos matemáticos con el contexto para que éstos tomen sentido. Este presupuesto sustenta la investigación debido a que por medio del plegado del papel los estudiantes pueden identificar, relacionar y aprender, de forma significativa, nociones y conceptos geométricos.

Es así, como la enseñanza de la geometría requiere una metodología interesante que involucre al estudiante de forma práctica, como se pretende en esta propuesta a través del origami. Para desarrollar la creatividad de los estudiantes, ellos deben permanecer en un estado de asombro sobre las matemáticas. Un concepto geométrico puede ser más emocionante y divertido si se presenta físicamente en un modelo que pueda verse, manipularse y, si es posible, escucharse. Precisamente, la enseñanza de la geometría mediante la utilización del origami, es una representante digna de las estrategias que cumplen con lo antes preceptuado.

Siendo la geometría una de las ramas más intuitivas, concretas y ligadas a la realidad que conocemos Villarreal & Sgreccia (2011), se busca aplicar el origami como estrategia didáctica para mejorar el proceso de enseñanza de la geometría. Justo es decir que los materiales manipulables,

como el papel, son útiles para facilitar la progresión de los estudiantes a niveles más altos de pensamiento geométrico. Así, el origami, el arte del plegado de papel puede ser utilizado en la enseñanza de la geometría considerando su naturaleza manipulable (Arici & Aslan-Tutak, 2013).

Dicho de otra manera, el uso de elementos manipulables en la instrucción de la geometría puede fomentar su comprensión en los estudiantes. Los manipulables logran cumplir un papel crucial en el mejoramiento de las habilidades del razonamiento geométrico de los estudiantes mediante la creación de un contexto adecuado que permite la transición del pensamiento empírico al pensamiento abstracto. En este contexto el origami es una herramienta útil para enseñar geometría (Arici & Aslan-Tutak, 2015).

En este orden de ideas, es fácil comprender porque Wares (2016a) señala que cuando uno crea una caja a partir de una hoja de papel rectangular, la caja se convierte en el objeto que puede ser manipulado y analizado, y los conceptos abstractos como la longitud, ancho, altura, volumen y superficie se convierten en algo que se puede “tocar”.

También asegura Wares (2016b) que el aprendizaje que tiene lugar durante el proceso de resolución de problemas mediante el doblado de papel, puede ser mucho más rico que el aprendizaje que mediante la instrucción directa.

En esta línea argumental, Pope (2002) conceptúa que el uso del Origami permite cubrir una amplia gama de temas matemáticos de una manera estimulante y agradable. Junto con el desarrollo de la comprensión matemática, los estudiantes desarrollaron su capacidad de resolución de problemas y su habilidad para trabajar en cooperación con otros. Igualmente, de acuerdo con Gürbüz, Ağsu & Güler (2018) se piensa que los ejercicios de plegado de

origami pueden ofrecer un nuevo aliento a la enseñanza de la geometría porque los estudiantes son activos tanto física como mentalmente y sienten que se convierten en una parte efectiva del proceso de aprendizaje.

Como complemento, Wares (2013) es defensor de que en un aula de matemáticas es esencial proveer oportunidades para que los estudiantes entiendan conceptos matemáticos en una variedad de situaciones. Es más, después de todo se quiere que los estudiantes no sólo entiendan las matemáticas a todos los niveles, sino que también disfruten, admiren y aprecien su belleza y aplicabilidad. Y es allí donde el origami o plegado de papel, logra posicionarse como una estrategia potente.

Por lo que se refiere a los diferentes conceptos y temas geométricos que se pueden estudiar con el origami, Wares (2019b) asegura que cuando uno está doblando papel está jugando con conceptos matemáticos como la simetría, perpendicularidad, la bisección angular, las propiedades de los triángulos isósceles, rectos, las propiedades de los cuadrados, por nombrar sólo algunos de los conceptos matemáticos que están estrechamente conectados con el plegado de papel. Con esta finalidad, Okan Arslan & Işıksal-Bostan (2016b) conceptúan que se puede considerar que el uso del origami es beneficioso en los entornos de aprendizaje constructivista como un enfoque basado en la actividad.

Por otra parte, Asuman & Duatepe-Paksu (2017) aseveran que el plegado de papel puede utilizarse como un método atractivo que implica tanto la experiencia psicomotora como la visual. Puede ser una actividad muy eficaz especialmente para los grados elementales, ya que el compromiso psicomotor es muy importante para la gestión del aula en estos grados. Además, la naturaleza física de la actividad puede ayudar a los estudiantes a comunicar sus

pensamientos matemáticos de una manera rica y significativa con sus compañeros y con los profesores.

En palabras de Weckbacher & Okamoto (2018), en su estudio de la previsibilidad de los procesos visuales sobre el rendimiento en geometría, el plegado de papel puede considerarse una medida apropiada para encontrar una relación entre los tipos de capacidades espaciales y el éxito en la geometría. Y ratifica Wares (2011) que el origami o plegado de papel, crea un contexto concreto para explorar ideas abstractas en matemáticas.

Lo curioso es que Katrin & Yuri (1998) han demostrado que el “Método de plegado” puede ser utilizado como un medio de activar los hemisferios cerebrales derecho e izquierdo bilateralmente; desarrollar las “habilidades motoras” finas de las manos, la inteligencia, el pensamiento creativo y la imaginación espacial, particularmente la precisión visual. Y es que, en el desarrollo de las habilidades motoras finas, las manos juegan un papel preponderante. Quizá por ello, Montessori (1982) enuncia que “el verdadero carácter motor ligado a la inteligencia, es el movimiento de la mano al servicio de la inteligencia para ejecutar trabajos”. Y agrega que, las manos son los “órganos ejecutivos de la inteligencia”; en palabras de Akira Yoshizawa (gran maestro del origami japonés) “Cuando las manos están ocupadas, el corazón está en paz”.

A pesar de su importancia y los múltiples beneficios la geometría, como se ha esbozado anteriormente, su abordaje en el aula ha experimentado diversas dificultades; prueba de esto son los resultados obtenidos por los estudiantes en Colombia, en el año 2018, en la Prueba Pisa, ya que su rendimiento fue menor a la media de la OCDE en lectura (412 puntos), matemáticas (391) y ciencias (413), y su desempeño fue más cercano al de los estudiantes de Albania, México, la República de Macedonia del

Norte y Qatar. En ese año, por el municipio de Tunja en la prueba PISA participó la Escuela Normal Superior Santiago de Tunja con 42 estudiantes.

En el ámbito nacional, en Colombia se aplican las pruebas SABER 3°, 5° y 9°, cuyo propósito principal es contribuir al mejoramiento de la calidad de la educación colombiana mediante la realización de evaluaciones aplicadas periódicamente para monitorear el desarrollo de las competencias básicas en los estudiantes de educación básica, como seguimiento de calidad del sistema educativo (Ministerio de Educación Nacional de Colombia, 2015). En estas pruebas que se aplican cada año en el país, los resultados en matemáticas no son los mejores, tal como se evidencia en los informes ejecutivos del Instituto Colombiano para la Evaluación de la Educación (ICFES).

Al llegar a este punto, es necesario mirar la situación de la enseñanza en Tunja, específicamente en la Institución Educativa Escuela Normal Superior Santiago de Tunja – Sede Central – Jornada de la tarde, donde se ha puesto de manifiesto que los estudiantes del grado sexto presentan un nivel no satisfactorio en el desarrollo del pensamiento geométrico. Esta situación ha sido detectada, en primer lugar, por los resultados obtenidos en una prueba diagnóstica realizada a inicios del año escolar. La problemática presentada anteriormente, es quizá, debido a la falta de estrategias didácticas nuevas y creativas empleadas en la enseñanza de la geometría.

Por esta razón, este proyecto tiene como objetivo analizar la incidencia del origami como estrategia didáctica para mejorar la enseñanza de la geometría en estudiantes de grado sexto de la Escuela Normal Superior Santiago de Tunja (Boyacá). Al respecto conviene decir que, para lograrlo, se diseñaron 10 talleres de origami, para trabajar la enseñanza de la geometría con los dos grupos experimentales, mientras que,

con los dos grupos de control, se continuó la enseñanza de manera tradicional. Los primeros talleres consistieron en las bases fundamentales del origami y del plegado, hasta llegar a la realización de modelos tridimensionales.

Cabe resaltar que, desde hace mucho tiempo se sabe que una mejor educación es fundamental para la productividad social y global y para el bienestar personal y general (Mourshed, Chijioke & Barber, 2012). Queda manifiesto que los países con sistemas educativos de más alto desempeño, son aquellos que han puesto en marcha programas tendientes, particularmente, a mejorar la instrucción de los estudiantes y a enseñar de manera más efectiva y eficiente (McKinsey & Company, 2007).

MÉTODO

Diseño de la investigación

Esta investigación se desarrolla bajo la metodología de la Investigación Acción; se puede afirmar que su precepto básico es que debe conducir a cambiar y por tanto este cambio debe incorporarse en el propio proceso de investigación. Se indaga al mismo tiempo que se interviene (Hernández et al., 2014).

El proceso que se lleva a cabo con los estudiantes comienza por la activación de los conceptos geométricos que ellos poseen, partiendo de una hoja cuadrada de papel de origami o para plegado (ver figura 1), a la cual se le analizan sus características y de allí, al iniciar con los primeros doble-

Quizá por ello, los sistemas educativos han buscado y continúan en la búsqueda de obtener las mejores estrategias didácticas y pedagógicas.

Hace ya varios siglos que la contribución de las matemáticas a los fines de la educación no se pone en duda en ninguna parte del mundo, debido a que su conocimiento se ha considerado esencial para el desarrollo de la ciencia y la tecnología (Ministerio de Educación Nacional de Colombia, 2006). No obstante lo anterior, la geometría, sigue siendo una asignatura pendiente (Salvador & Molero, 2019), pese a que se han probado distintas y variadas estrategias tendientes a mejorar la enseñanza de la geometría.

ces, se van estudiando más conceptos, los cuales, en muchos, vuelven a aparecer al realizar otros dobleces más adelante. Este procedimiento se repite las veces que sea necesario, en un mismo taller o en todos los talleres. Con esto en mente, debe aclararse, que cuando se trata de repetir un determinado doblez, en un primer momento se emplea, por ejemplo, un concepto de uso común, mientras los estudiantes interiorizan el nuevo término geométrico, el cual será empleado en adelante. Así, por ejemplo, para plegar la base preliminar, se siguen los siguientes pasos y se estudian los conceptos que se muestran en las gráficas anexas.

Figura 1: Hoja de Origami

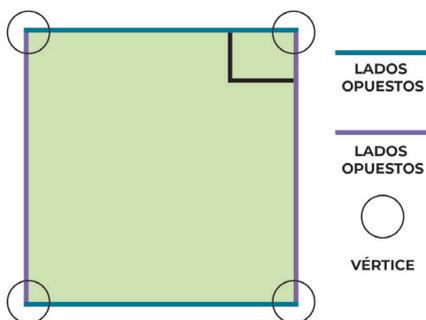


Figura 2: Base Media/mediatriz de los lados opuestos

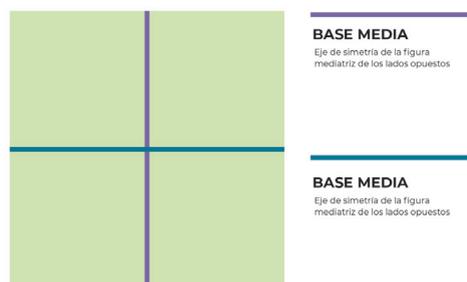
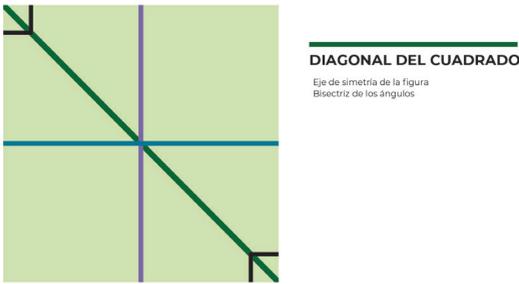


Figura 3: Diagonal /bisectriz de los ángulos/eje de simetría

Por medio de la Investigación – Acción, se pudo indagar sobre la capacidad de los estudiantes para el aprendizaje de la geometría mediante la utilización del origami, así como también de las oportunidades, dificultades o debilidades de algunos de los estudiantes que participaron en el proyecto. A su vez, se toma como referencia un Enfoque Cualitativo puesto que se describe los hallazgos tanto en los grupos experimental como de control.

Contexto donde se llevó a cabo el proyecto

El estudio se realizó en la Institución Educativa Escuela Normal Superior Santiago de Tunja ubicada en el Departamento de Boyacá, la cual se encuentra en la zona de la Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia. Es una institución de carácter público; tiene tres (3) sedes: Central, Parque Pinzón y Jardín Infantil, con un número aproximado de 3600 estudiantes, en dos jornadas (mañana y tarde); el proyecto se llevó a cabo con 122 estudiantes de grado sexto, es decir, niños con edades entre los 10 y 13 años.

Se tomaron aleatoriamente dos grupos de control (sexto 3 y sexto 9) y dos grupos experimentales (sexto 4 y sexto 8). Dado que los grupos ya están conformados antes del experimento, se trata de grupos intactos. En este caso se dice que se realiza un cuasiexperimento (Hernández Sampieri et al., 2014)

Los padres de familia o acudientes y estudiantes firmaron el consentimiento informado y asentimiento informado, respectivamente.

Instrumentos

Tanto en los dos grupos de control como en los experimentales, se aplicó una prueba de geometría (pre-test), que consta de 30 puntos, clasificados así: (seis puntos de nivel básico con un valor por cada pregunta de uno; 11 puntos de nivel medio y un valor por cada pregunta de tres y 13 puntos de nivel superior, con valor por pregunta de cinco).

Con el propósito de mejorar el proceso de enseñanza de los estudiantes, se iniciaron los 10 talleres de origami, en los dos grupos experimentales, mientras que, en los grupos de control, se continuaron las clases de matemáticas en forma tradicional.

Después de aplicar los 10 talleres a los dos grupos experimentales, se volvió a aplicar la prueba de geometría (post-test), tanto a los grupos de control como a los experimentales, con el propósito de comparar los resultados.

RESULTADOS

En este apartado se presentan los resultados obtenidos en el pre-test y post-test de los grupos experimental y de control de acuerdo con las categorías establecidas para analizar el impacto del origami como

estrategia didáctica en la enseñanza de la geometría, a saber: vistas, prueba de plegado, propiedades y relaciones geométricas, desarrollos planos y transformaciones geométricas.

Tabla 1: Número de estudiantes por grupos (control y experimental)

	CURSOS	MUJERES	HOMBRES		
Grupos Control	6-03	11	20	31	61
	6-09	16	14	30	
Grupos Experimentales	6-04	14	17	31	61
	6-08	14	16	30	
TOTALES		55	67		122

Fuente: Elaboración Propia

Para la valoración de las pruebas se tiene en cuenta que el Sistema Institucional de Evaluación (SIE) de la Escuela Normal Superior Santiago de Tunja establece como nota mínima aprobatoria 3,3.

En la tabla 2, se relacionan los resultados obtenidos en el pre-test por los estudiantes

Tabla 2: Resultados generales de la prueba de geometría

Pre Test		
	Grupos Control	Grupo Experimental
Ganan	2	2
Pierden	59	59
TOTAL	61	61

Fuente: Elaboración Propia

En la tabla 3, se muestran los resultados obtenidos en el post-test por los estudiantes de los grupos de control y experimentales, donde se puede apreciar que, en los grupos de control, seis estudiantes aprue-

ban el examen, lo cual representa el 3,3% del total de estudiantes y 59 estudiantes (96,7%), pierden la prueba de geometría.

ban el examen, lo cual representa el 4,9% del total de estudiantes, evidenciando que ha habido una leve mejora. Por el contrario, en los grupos experimentales, 30 estudiantes (24,6%) ganan la prueba.

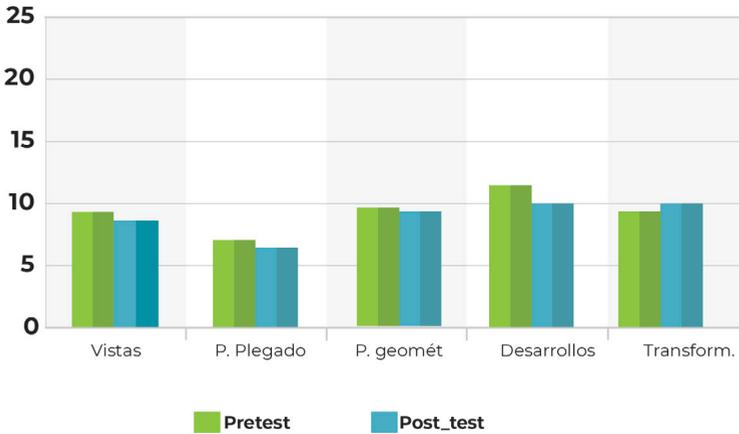
Tabla 3: Resultados generales prueba de geometría

Post Test		
	Grupos Control	Grupo Experimental
Ganan	6	30
Pierden	55	31
TOTAL	61	61

Fuente: Elaboración Propia

Al comparar estos resultados con aquellos presentados en la tabla 2, se puede observar que hay un incremento considerable en el número de estudiantes que aprueban la prueba (28) que representan un 23% de mejora con respecto al total de los estu-

Figura 6: Resultados por categorías grupos control



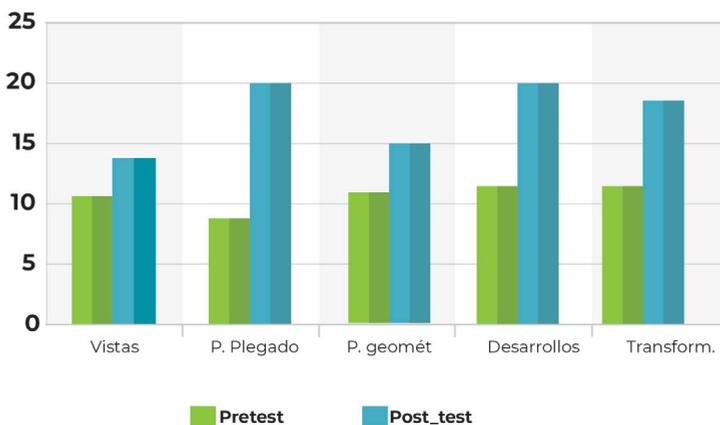
diantes que participan en el proyecto.

En el gráfico 6, se muestra el consolidado del desempeño de los estudiantes, en cada una de las categorías, de los grupos de control.

Por otra parte, en el gráfico 7 se muestra una mejora en el desempeño de los estudiantes de los grupos experimentales en cada una de las categorías, debido a los talleres mediados por el Origami. Es así como, en vistas, definidas como una construcción visual que permite representar en dos dimensiones un objeto que tiene tres dimensiones, se evidencia mejora en desenvolvimiento de los estudiantes; en la prueba de plegado, que mide la visualización espacial, entendida como la capacidad

de imaginar y manipular objetos mentalmente, hubo un rendimiento significativo; en cuanto a las propiedades y relaciones geométricas, el haber trabajado en los talleres de origami, permitió que se lograran mejoras notables en los estudiantes; en desarrollos planos, se evidencia un mejor desempeño de los estudiantes, al igual que en las transformaciones geométricas, donde se observa que luego de la intervención, son considerables los progresos.

Figura 7: Resultados por categorías grupos experimentales



DISCUSIÓN

La principal fortaleza de la investigación es el hecho que por medio de los talleres de origami se dinamiza la enseñanza de la geometría al hacerla más tangible y los estudiantes aprenden haciendo. En lo relacionado con las oportunidades de mejora resalta el hecho de no haber podido llevar a cabo los talleres y el post- test de manera presencial y así haber podido alcanzar una mayor efectividad de los mismos.

Los hallazgos de la investigación refuerzan la hipótesis en el sentido que el origami incide significativamente en la enseñanza de la geometría. Parece perfectamente claro que, conforme a los rendimientos obtenidos por los estudiantes de los grupos experimentales, se puede afirmar que la enseñanza mediante la utilización del origami es superior al enfoque tradicional, tal como lo confirman Akayuure, Asiedu-Ado & Alebna (2016).

Los resultados muestran que la mayoría de los estudiantes de los grupos experimentales tuvieron un avance en la identificación y establecimiento de relaciones entre figuras bidimensionales y tridimensionales; así como en el desarrollo del pensamiento espacial y geométrico.

De igual manera, hubo un mejor desempeño de los niños en las categorías de plegado y vistas, evidenciando de esta manera un mayor progreso en lo concerniente a la visualización espacial, lo cual guarda estrecha relación con lo expuesto por (Cipoletti & Wilson, 1989; Robichaux & Rodrigue, 2003), quienes declaran que los ejercicios de plegado de papel llevan a una mejora en las habilidades de visualización espacial de los estudiantes y les permiten adquirir la destreza para resolver problemas matemáticos.

Análogamente, los logros en la categoría de transformaciones, son concordantes con Zorín (2013), quien defiende la idea que

el estudio de las transformaciones geométricas comienza con el viaje del estudiante hacia la comprensión de visualización, manipulación mental y orientación espacial con respecto a las figuras y objetos. Dentro de este contexto, Williford (1971) declara que los temas de geometría transformacional pueden abordarse de forma bastante natural mediante la manipulación de objetos concretos o dibujos de figuras. Lo anterior, perfectamente relacionado con el desarrollo del proyecto, en cuanto a la manipulación del papel.

Si bien es cierto que, en esta investigación, la intervención a los grupos experimentales se efectúa con 10 talleres de origami, los cuales, por las condiciones impuestas por la pandemia del Covid-19, se debieron realizar de manera virtual, para alcanzar resultados mucho mejores, es recomendable llevarlos a cabo en las aulas de clases y en un número mayor de sesiones. De igual manera, se sugiere que se apliquen a estudiantes de primaria, en armonía con Avilés (2016), quien formula que la utilización del papel como material didáctico, introduce y refuerza la enseñanza de los conceptos y propiedades geométricas para luego formalizarlos con más rigurosidad; es atrayente, innovador, entretenido y motivador, el cual produce un cambio en la actitud e interés por la actividad geométrica de manera natural; en adición, la didáctica del plegado de papel o papiroflexia, es un recurso de apoyo al trabajo pedagógico del docente para la enseñanza y aprendizaje de la geometría elemental plana.

En la actualidad, el contexto en el cual el docente debe realizar su labor, insta a que trate de llevar a cabo el trabajo, de manera más entretenida y con menos complejidad, recurriendo para ello al uso de estrategias y recursos novedosos, cercanos al entor-

no de los estudiantes y, que, a la vez sean muy versátiles, como es el caso del papel. Quizá por ello, Yueying Liu (2019), indica que hacer origami no necesita un equipo complejo, sólo necesita papel común y contribuye positivamente al logro de las matemáticas.

Sin duda alguna, uno de los principales aciertos en el trabajo con el origami, es la gran satisfacción de los estudiantes cuando ensamblan completamente una determinada figura, en línea con Wares (2019a) quien testimonia que durante el trabajo con origami, los estudiantes disfrutaban y no se aburren en las clases, al igual que se comprometen en cuerpo y alma.

De modo idéntico, se puede afirmar que

CONCLUSIONES

El origami en la enseñanza de la geometría, es una estrategia didáctica verdaderamente potente al facilitar el desarrollo del pensamiento espacial y geométrico en los estudiantes de grado sexto; con el desarrollo de los talleres, se buscó principalmente, identificar y afianzar relaciones entre figuras bidimensionales y tridimensionales; de igual manera, se aumentó el vocabulario geométrico de los estudiantes.

El análisis de los resultados del pre-test y post -test de geometría aplicados a los grupos experimentales y de control, evidenció que el origami como estrategia didáctica, incide significativamente en el aprendizaje

cuando los estudiantes trabajan con el plegado de papel u origami, al mejorar su autoestima y confianza en sus capacidades y logros, se les facilita comunicar más abiertamente las ideas y conceptos geométricos, así como también, entenderlas y modelarlas, en concordancia con lo expresado por Wares (2020) y Wares & Elstak (2017).

Respecto a la financiación del proyecto, inicialmente se había presupuestado que el investigador asumía los costos relacionados con la adquisición de los blocks de papel de origami, pero debido a la situación generada por la pandemia del Covid-19, el material empleado en los diferentes talleres fue asumido por cada estudiante.

de la geometría y en la consolidación de conceptos geométricos. Los resultados de este estudio refuerzan la idea de la necesidad de diseñar y aplicar estrategias didácticas que motiven a los estudiantes y disminuyan el desinterés hacia el aprendizaje de la geometría.

En resumen, este estudio confirma la tesis de Golan (2011), quien ha probado que Origametría apoya el modelo de Van Hiele de enseñanza de la geometría, en particular en los niveles 0 y 1, y puede ofrecer beneficios sobre los métodos tradicionales de enseñanza de la geometría.

REFERENCIAS

1. Akayuure, P., Asiedu-Addo, S. K., & Alebna, V. (2016). Investigating the Effect of Origami Instruction on Preservice Teachers' Spatial Ability and Geometric Knowledge for Teaching. *International Journal of Education in Mathematics Science and Technology*, 4(3). <https://doi.org/10.18404/ijemst.78424>

org/10.18404/ijemst.78424

2. Arici, S., & Aslan-Tutak, F. (2013). USING ORIGAMI TO ENHANCE GEOMETRIC REASONING AND ACHIEVEMENT. http://cerme8.metu.edu.tr/wgpapers/WG4/WG4_Arici.pdf

3. Arıcı, S., & Aslan-Tutak, F. (2015). THE EFFECT OF ORIGAMI-BASED INSTRUCTION ON SPATIAL VISUALIZATION, GEOMETRY ACHIEVEMENT, AND GEOMETRIC REASONING. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 13(1), 179–200. <https://doi.org/10.1007/s10763-013-9487-8>
4. Arslan, O., & Işıksal-Bostan, M. (2016). Turkish Prospective Middle School Mathematics Teachers' Beliefs and Perceived Self-Efficacy Beliefs Regarding the Use of Origami in Mathematics Education. *EURASIA Journal of Mathematics, Science & Technology Education*, 13(6), 1533–1548. <https://doi.org/10.12973/eurasia.2016.1243a>
5. Asuman, & Duatepe-Paksu. (2017). Constructing a rhombus through paper folding. *International Journal of Mathematical Education in Science and Technology*, 48(5), 763–767. <https://doi.org/10.1080/0020739X.2017.1282048>
6. Avilés, P. (2016). USO DE LA DIDÁCTICA DEL PLEGADO DE PAPEL, COMO HERRAMIENTA DE APOYO EN LA ENSEÑANZA DE LOS CONTENIDOS DE LA GEOMETRÍA PARA ESTUDIANTES DEL 10° AÑO DE EDUCACIÓN GENERAL BÁSICA, DE LA UNIDAD EDUCATIVA BEST DEL CANTÓN VINCES.
7. Báez, R., & Iglesias, M. (2007). PRINCIPIOS DIDÁCTICOS A SEGUIR EN EL PROCESO DE ENSEÑANZA Y APRENDIZAJE DE LA GEOMETRÍA EN LA UPEL “EL MÁCARO.” *Enseñanza de La Matemática*, 12 al 16, 20. <http://funes.uniandes.edu.co/14702/1/Baez2007Principios.pdf>
8. Barrantes, M., & Zapata, M. (2015). Obstáculos y errores en la enseñanza-aprendizaje de las figuras geométricas. *Campo Abierto. Revista de Educación*, 27(1), 55–71. <https://relatec.unex.es/revistas/index.php/campoabierto/article/view/1985>
9. Cipoletti, & Wilson, N. (1989). Turning origami into the language of mathematics. 26–31. <https://doi.org/10.5951/MTMS.10.1.0026>
10. Gamboa, R., & Ballestero, E. (2009). Algunas reflexiones sobre la didáctica de la geometría. *Cuadernos de Investigación y Formación En Educación Matemática*, 0(5), 113–136. <https://revistas.ucr.ac.cr/index.php/cifem/article/view/6915>
11. Gamboa, R., & Ballestero, E. (2010). La enseñanza y aprendizaje de la geometría en secundaria, la perspectiva de los estudiantes. *Revista Electrónica Educare*, 14(2), 125–142. <https://doi.org/10.15359/ree.14-2.9>
12. Godino, J. (2005). Didáctica de las Matemáticas para Maestros. In *American Journal of Health-System Pharmacy* (Vol. 62, Issue 18). GAMI, S. L. Fotocopias. <https://doi.org/10.2146/ajhp040346.p2>
13. Golan, M. (2011). Origametry and the van Hiele Theory of Teaching Geometry. <https://www.origami.co.il/imgs/site/ntext/12-Golan.pdf>
14. Goncalves, R. (2006). ¿POR QUÉ LOS ESTUDIANTES NO LOGRAN UN NIVEL DE RAZONAMIENTO EN LA GEOMETRÍA? *Ciencias de La Educación*, 1(27), 16. <http://servicio.bc.uc.edu.ve/educacion/revista/volIn27/27-5.pdf>
15. Gürbüz, M. Ç., Ağsu, M., & Güler, H. K. (2018). Investigating Geometric Habits of Mind by Using Paper Folding. *Acta Didactica Napocensia*, 11(3–4), 157–174. <https://doi.org/10.24193/adn.11.3-4.12>
16. Hernández, R., Fernández, C., & Baptista, P. (2014). Metodología de

- la investigación. In *Journal of Chemical Information and Modeling* (Vol. 53, Issue 9). <https://doi.org/10.1017/CBO9781107415324.004>
17. Hernández Sampieri, R., Fernández Collado, C., & Baptista Lucio, P. (2014). *Metodología de la investigación*. McGraw-Hill Education. http://highered.mheducation.com/sites/1456223968/student_view0/capitulos_1_a_13.html
18. Lombardo, L. (1983). *La matemática de Pitágoras a Newton*. www.libros-maravillosos.com
19. McKinsey&Company. (2007). *Cómo hicieron los sistemas educativos con mejor desempeño del mundo para alcanzar sus objetivos*. McKinsey, 41, 1–48. <http://orton.catie.ac.cr/cgi-bin/wxis.exe/?IsisScript=EARTH.xis&method=post&formato=2&cantidad=1&expression=mf=003423>
20. Ministerio de Educación Nacional de Colombia. (1997). *Lineamientos curriculares de Matemáticas*. https://www.mineducacion.gov.co/1621/articles-89869_archivo_pdf9.pdf
21. Ministerio de Educación Nacional de Colombia. (2006). *Estándares Básicos de Competencias en Matemáticas*. *Magisterio*, 47–48. <https://doi.org/958-691-290-6>
22. Ministerio de Educación Nacional de Colombia. (2015). *Pruebas Saber*. <https://www.mineducacion.gov.co/1621/w3-article-244735.html>
23. Montessori, M. (1982). *El niño. El secreto de la Infancia* (Primea Ed). Editorial Diana. https://www.academia.edu/35866870/I_niño_el_secreto_de_la_infancia
24. Mourshed, M., Chijioko, C., & Barber, M. (2012). *Cómo continúan mejorando los sistemas educativos de mayor progreso en el mundo* (CINDE (ed.); No. 61; Primera Ed, ISSN: 0718-6002). <http://200.6.99.248/~bru487cl/files/McK61.pdf>
25. Paredes, Z., Iglesias, M., & Ortiz, J. (2007). *SISTEMAS DE CÁLCULO SIMBÓLICO Y RESOLUCIÓN DE PROBLEMAS EN LA FORMACIÓN INICIAL DE DOCENTES DE MATEMÁTICA*. *Enseñanza de La Matemática*, 12 al 16(Extraordinario), 89–107. <http://funes.uniandes.edu.co/18623/1/Paredes2007Sistemas.pdf>
26. Pope, S. (2002). *The use of origami in the teaching of geometry*. *Proceedings of the British Society for Research into Learning Mathematics*, 22(3), 67–73. https://www.academia.edu/478693/The_Use_of_Origami_in_the_Teaching_of_Geometry
27. Robichaux, R., & Rodrigue, P. (2003). *Using Origami to Promote*. *The National Council of Teachers of Mathematics*. <https://doi.org/10.5951/MTMS.9.4.0222>
28. Salvador, A., & Molero, M. (2019). *La enseñanza de la geometría vista por Grace Chisholm Young*. <http://www.sinewton.org/numeros>
29. Shumakov, K., & Shumakov, Y. (1998). *THE “FOLDING-METHOD” A METHOD OF BILATERAL DEVELOPMENT BASED ON THE ART OF ORIGAMI*. <https://www.origami.co.il/imgs/site/ntext/5.pdf>
30. Villarroel, S., & Sgreccia, N. (2011). *Materiales didácticos concretos en Geometría en primer año de Secundaria*. *Números*, 78, 73–94. <http://www.sinewton.org/numeros>
31. Wares, A. (2011). *Using origami boxes to explore concepts of geometry*

- try and calculus. *International Journal of Mathematical Education in Science and Technology*, 42(2), 264–272. <https://doi.org/10.1080/0020739X.2010.519797>
- 32.** Wares, A. (2013). An application of the theory of multiple intelligences in mathematics classrooms in the context of origami. *International Journal of Mathematical Education in Science and Technology*, 44(1), 122–131. <https://doi.org/10.1080/0020739X.2012.662297>
- 33.** Wares, A. (2016a). Mathematical thinking and origami. *International Journal of Mathematical Education in Science and Technology*, 47(1), 155–163. <https://doi.org/10.1080/0020739X.2015.1070211>
- 34.** Wares, A. (2016b). The Joy of Paper Folding. *The Mathematics Teacher*, 110(3), 240. <https://doi.org/10.5951/math-teacher.110.3.0240>
- 35.** Wares, A. (2019a). Origami & Geometry. The Scottish Mathematical Council, 49. <https://drive.google.com/file/d/1IdP9ZS431llwA6efOBQfcgPyTv-8v68zv/view>
- 36.** Wares, A. (2019b). Paper folding and trigonometric ratios. *International Journal of Mathematical Education in Science and Technology*, 50(4), 636–641. <https://doi.org/10.1080/0020739X.2018.1500655>
- 37.** Wares, A. (2020). Mathematical art and artistic mathematics. *International Journal of Mathematical Education in Science and Technology*, 51(1), 152–156. <https://doi.org/10.1080/0020739X.2019.1577996>
- 38.** Wares, A., & Elstak, I. (2017). Origami, geometry and art. *International Journal of Mathematical Education in Science and Technology*, 48(2), 317–324. <https://doi.org/10.1080/0020739X.2016.1238521>
- 39.** Weckbacher, L. M., & Okamoto, Y. (2018). Predictability of Visual Processes on Performance in Geometry. *Journal of Education and Learning*, 7(6). <https://doi.org/10.5539/jel.v7n6p25>
- 40.** Williford, H. (1971). A STUDY OF TRANSFORMATIONAL GEOMETRY INSTRUCTION IN THE PRIMARY GRADES VIEW C I OPINIONS STATED DO NOT PIECES, SAAILY REPRESENT OFF:CIAL OFFICE OF E OLP, CATiO:i POSPTION OR POLICY. <https://files.eric.ed.gov/fulltext/ED047961.pdf>
- 41.** Yueying Liu. (2019). Scholarship at UWindsor A Comparison Study of Using Origami as a Teaching Tool in Middle-School Mathematics Class in North America and China. <https://scholar.uwindsor.ca/major-papershttps://scholar.uwindsor.ca/major-papers/86>
- 42.** Zorín, B. (2013). Geometric Transformations in Middle School Mathematics Textbooks. *Journal of Chemical Information and Modeling*, 53(9), 1689–1699. <https://doi.org/10.1017/CBO9781107415324.004>

BIOGRAFÍA

Félix Montes Corrales

Ingeniero en Transportes y Vías, especialista en gerencia de proyecto, especialista en administración de la informática educativa, magister en gestión de la tecnología educativa. Realiza estudios de doctorado en Investigación y Docencia. Profesor de matemáticas en la Escuela Normal Superior Santiago de Tunja (Boyacá) en Colombia.

Mireya Frausto Rojas

Vinculada laboralmente a la Universidad Americana de Europa (UNADE). Es la tutora y directora de Tesis. Licenciatura en Psicología por la Universidad del Valle de México, en la misma institución cursó la Maestría en Ciencias de la Educación. Cursó un primer Doctorado en la Asociación Internacional de Hipnoterapeutas Eclécticos, obteniendo el Doctorado en Hipnoterapia Clínica y Médica, en Mazatlán, Sinaloa. El segundo Doctorado, lo cursó en el Colegio de Estudios de Posgrado de la Ciudad de México, el Doctorado en Ciencias de la Educación. He concluido el Posdoctorado en Investigación Transdisciplinar en el Centro de Investigación para la Revolución Educativa. También es escritora e investigadora para el desarrollo de libros en Editorial Terracota-PAX- México.