



*Transformación geométrica con Scratch: impacto en formación de profesores de Educación Básica*

*Geometric transformation with Scratch: impact on training of Basic Education teachers*

*Transformação geométrica com Scratch: impacto na formação de professores da Educação Básica*

Cristina Fernanda Lara-Robayo <sup>I</sup>

[crisfer29@hotmail.es](mailto:crisfer29@hotmail.es)

<https://orcid.org/0000-0001-8977-7497>

María Magdalena Sánchez-Sánchez <sup>III</sup>

[mariam.sanchezs@educacion.gob.ec](mailto:mariam.sanchezs@educacion.gob.ec)

<https://orcid.org/0009-0003-5262-2784>

Mayra Alejandra Tamayo-Morales <sup>V</sup>

[mairyale5@yahoo.es](mailto:mairyale5@yahoo.es)

<https://orcid.org/0009-0004-9480-8381>

Carmen Nereida Tite-Pilla <sup>VII</sup>

[nereidatite1283@gmail.com](mailto:nereidatite1283@gmail.com)

<https://orcid.org/0009-0005-4015-8712>

Cecilia Lagla-Chuquitarco <sup>IX</sup>

[cecilia.lagla@educacion.gob.ec](mailto:cecilia.lagla@educacion.gob.ec)

<https://orcid.org/0009-0009-7426-4918>

Lurdes Marlene Vasco-Albán <sup>II</sup>

[lurdes.vasco@educacion.gob.ec](mailto:lurdes.vasco@educacion.gob.ec)

<https://orcid.org/0009-0001-4670-5263>

Juan Pablo Suárez-Paredes <sup>IV</sup>

[jpablin\\_49@hotmail.com](mailto:jpablin_49@hotmail.com)

<https://orcid.org/0009-0007-9250-3551>

Erika Fernanda Terán-Zavala <sup>VI</sup>

[eridiciembrenaret@gmail.com](mailto:eridiciembrenaret@gmail.com)

<https://orcid.org/0009-0004-9486-9029>

Ana Lizbeth Villegas-Fonseca <sup>VIII</sup>

[anitavillegas21@hotmail.com](mailto:anitavillegas21@hotmail.com)

<https://orcid.org/0009-0008-9070-5237>

Johanna Paola Sancho-Lagla <sup>X</sup>

[jsanchitojois@gmail.com](mailto:jsanchitojois@gmail.com)

<https://orcid.org/0009-0003-5259-9510>

**Correspondencia:** [crisfer29@hotmail.es](mailto:crisfer29@hotmail.es)

Ciencias de la Educación

Artículo de Investigación

\* **Recibido:** 30 de noviembre de 2023 \* **Aceptado:** 22 de diciembre de 2023 \* **Publicado:** 11 de enero de 2024

- I. Magister en Gestión Educativa, Licenciada en Ciencias de la Educación Mención Educación Básica, Docente de Matemáticas, Lengua y Literatura, Ciencias Naturales, Estudios Sociales, Educación Artística y Animación a la Lectura. En la Unidad Educativa Luis. A. Martínez, Tungurahua, Ecuador.
- II. Magister en Diseño Curricular y Evaluación Educativa, Licenciada en Ciencias de la Educación mención Administración Educativa, Licenciada en Ciencias Administrativa especialidad Administración Pública, Docente de Lenguaje y Literatura – Vicerrectora. en la Unidad Educativa Benjamín Araujo, Tungurahua, Ecuador.
- III. Licenciada en Ciencias de la Educación Mención Educación Parvularia, docente de Educación Inicial en la Unidad Educativa Joaquín Arias Tungurahua, Ecuador.
- IV. Magister en Educación Básica, Licenciado en Ciencias Humanas y de la Educación Mención Cultura Física, Docente de Cultura Física en la Escuela de Educación Básica 12 de Octubre, Tungurahua, Ecuador.
- V. Magister en Educación Parvularia mención juego arte y aprendizaje, Licenciada en Ciencias de la Educación mención Educación Parvularia, Docente de Educación Inicial, en la Unidad Educativa Joaquín Arias, Tungurahua, Ecuador.
- VI. Magister en Innovación y Gestión Educativa, Docente Matemáticas, Lengua y Literatura, Ciencias Naturales, Estudios Sociales, Educación Artística y Animación a la Lectura en la Unidad Educativa Joaquín Arias, Tungurahua, Ecuador.
- VII. Licenciada en Ciencias de la Educación Mención Educación Parvularia, Docente de Educación Inicial en la Unidad Educativa Joaquín Arias, Tungurahua, Ecuador.
- VIII. Licenciado en Ciencias de la Educación mención Educación Básica, Docente de Estudios Sociales y matemáticas en la Unidad Educativa Joaquín Arias, Tungurahua, Ecuador.
- IX. Licenciada en Ciencias de la Educación mención Parvularia, Magíster Ciencias de la Educación mención Parvularia, docente de Educación Inicial en la Unidad Educativa Guayaquil, Tungurahua, Ecuador.
- X. Master en Psicopedagogía, Licenciada en Ciencias de la Educación Inicial, Docente de estimulación temprana en Sercapo Educativo, Tungurahua, Ecuador.



## Resumen

El estudio, realizado en la Facultad de Educación de la Universidad de la Zona Centro del Ecuador (UNACH), evaluó el impacto del lenguaje de programación Scratch en la formación geométrica de futuros profesores de secundaria. Adoptando un enfoque cuasi-experimental, se utilizó un muestreo incidental con 300 estudiantes de primero, segundo y tercer semestre. Durante tres años académicos, se implementaron grupos experimental y de control. Se diseñaron pruebas específicas y se aplicaron encuestas para evaluar conocimientos y actitudes. Los resultados generales indican que los participantes obtuvieron una puntuación media de 6.05 sobre 10 en la evaluación de conceptos geométricos. Scratch influyó positivamente en áreas como la teselación del plano, pero surgieron dificultades en la clasificación de triángulos. El análisis comparativo reveló diferencias significativas entre los grupos, respaldando la hipótesis de un impacto positivo de Scratch en el aprendizaje geométrico. Los indicadores específicos resaltan fortalezas en la reorganización del plano (78%) pero áreas de mejora en la categorización de paralelogramos (67%). El análisis de clúster identificó perfiles de estudiantes, destacando un grupo con puntuaciones sobresalientes tanto en actitudes como en matemáticas. La correlación positiva entre actitudes y rendimiento académico refuerza la conexión entre la disposición del estudiante y el éxito en matemáticas. El análisis comparativo con otros estudios respalda la efectividad de Scratch, pero también señala la necesidad de adaptaciones pedagógicas. En conclusión, la integración de Scratch tiene un impacto positivo en el aprendizaje geométrico, pero se destaca la importancia de abordar áreas específicas de dificultad y ajustar la enseñanza para optimizar la experiencia de aprendizaje. Estos hallazgos contribuyen al entendimiento de la enseñanza de matemáticas con herramientas de programación y ofrecen orientación para futuras investigaciones y prácticas pedagógicas.

**Palabras clave:** Scratch; Formación geométrica; Enseñanza de matemáticas actitudes estudiantiles.

## Abstract

The study, carried out at the Faculty of Education of the University of the Central Zone of Ecuador (UNACH), evaluated the impact of the Scratch programming language on the geometric training of future secondary school teachers. Adopting a quasi-experimental approach, incidental sampling was used with 300 first, second and third semester students. For three academic years, experimental

and control groups were implemented. Specific tests were designed and surveys were administered to evaluate knowledge and attitudes. The general results indicate that the participants obtained an average score of 6.05 out of 10 in the evaluation of geometric concepts. Scratch positively influenced areas such as plane tessellation, but difficulties arose in triangle classification. The comparative analysis revealed significant differences between the groups, supporting the hypothesis of a positive impact of Scratch on geometric learning. Specific indicators highlight strengths in the reorganization of the plane (78%) but areas for improvement in the categorization of parallelograms (67%). The cluster analysis identified student profiles, highlighting a group with outstanding scores in both attitudes and mathematics. The positive correlation between attitudes and academic performance reinforces the connection between the student's disposition and success in mathematics. Comparative analysis with other studies supports the effectiveness of Scratch, but also points to the need for pedagogical adaptations. In conclusion, Scratch integration has a positive impact on geometric learning, but the importance of addressing specific areas of difficulty and adjusting teaching to optimize the learning experience is highlighted. These findings contribute to the understanding of teaching mathematics with programming tools and offer guidance for future research and pedagogical practices.

**Keywords:** Scratch; Geometric formation; Mathematics teaching student attitudes.

### Resumo

O estudo, realizado na Faculdade de Educação da Universidade da Zona Central do Equador (UNACH), avaliou o impacto da linguagem de programação Scratch na formação geométrica de futuros professores do ensino secundário. Adotando uma abordagem quase experimental, utilizou-se amostragem incidental com 300 alunos do primeiro, segundo e terceiro semestres. Durante três anos letivos, foram implementados grupos experimentais e de controle. Foram elaborados testes específicos e aplicados inquéritos para avaliar conhecimentos e atitudes. Os resultados gerais indicam que os participantes obtiveram nota média de 6,05 em 10 na avaliação dos conceitos geométricos. O Scratch influenciou positivamente áreas como o mosaico plano, mas surgiram dificuldades na classificação dos triângulos. A análise comparativa revelou diferenças significativas entre os grupos, apoiando a hipótese de um impacto positivo do Scratch na aprendizagem geométrica. Indicadores específicos destacam pontos fortes na reorganização do plano (78%), mas áreas para melhoria na categorização de paralelogramos (67%). A análise de

cluster identificou perfis de estudantes, destacando um grupo com pontuações excelentes tanto em atitudes como em matemática. A correlação positiva entre atitudes e desempenho acadêmico reforça a ligação entre a disposição do aluno e

sucesso em matemática. A análise comparativa com outros estudos apoia a eficácia do Scratch, mas também aponta para a necessidade de adaptações pedagógicas. Concluindo, a integração do Scratch tem um impacto positivo na aprendizagem geométrica, mas é destacada a importância de abordar áreas específicas de dificuldade e ajustar o ensino para otimizar a experiência de aprendizagem. Essas descobertas contribuem para a compreensão do ensino de matemática com ferramentas de programação e oferecem orientação para futuras pesquisas e práticas pedagógicas.

**Palavras-chave:** Arranhar; Formação geométrica; Matemática ensinando atitudes dos alunos.

## Introducción

La utilización de tecnologías de la información y la comunicación en entornos educativos no garantiza automáticamente una mejora en el rendimiento académico de los estudiantes, según señala Mora et al. (2018). A pesar de esta afirmación, investigaciones como las de Barrow, Markman y Rouse (2023) así como Carrillo et al. (2021) evidencian impactos positivos y beneficios asociados a la instrucción con ordenadores en comparación con métodos tradicionales.

En el ámbito de la programación, existen entornos diseñados para facilitar su comprensión. Un ejemplo de ello es Scratch, una plataforma gratuita y accesible que, mediante una interfaz visual de bloques, simplifica el aprendizaje de fundamentos de programación de manera lúdica (McManus, 2013; Marji, 2014; Nagle, 2014; Warner, 2014). Su utilización se vincula a mejoras en el pensamiento computacional (Capot y Espinoza, 2023) y a un aumento en la motivación para el aprendizaje de ciencias de la computación (Armoni et al. 2023).

Scratch, al permitir la combinación de elementos visuales atractivos con una sintaxis minimalista, destaca por enfocarse en aspectos conceptuales y operativos en lugar de centrarse únicamente en la sintaxis (Fayad, 2023). Además, su influencia se extiende más allá del ámbito computacional, demostrando impactos positivos, especialmente en la enseñanza y el aprendizaje de las matemáticas a través de la Geometría de la Tortuga (Marmolejo y Campos, 2012; Shin y Park, 2014).

En un contexto más amplio, la incorporación de recursos tecnológicos en la enseñanza de las matemáticas ha experimentado un crecimiento constante, no solo en niveles iniciales, sino también

en la Educación Superior (Grisales, 2018). En particular, algunas asignaturas en la Facultad de Educación de la Universidad Complutense de Madrid han adoptado enfoques innovadores utilizando tecnología, como lenguajes de programación como BASIC, Logo y Scratch 3.24.0, así como sistemas de geometría dinámica y cálculo simbólico.

Dada la importancia del desarrollo de habilidades geométricas desde los primeros cursos y considerando las diversas contribuciones de la literatura especializada sobre los beneficios de la tecnología en la enseñanza de conceptos geométricos (Osorio et al. 2017; Simanca et al. , 2017), este estudio se propone evaluar el impacto del lenguaje de programación Scratch en el aprendizaje de conceptos geométricos en futuros profesores de secundaria en la Facultad de Educación de una Universidad de la zona centro del Ecuador (UNACH). Además, busca analizar la satisfacción y actitud de los estudiantes hacia esta metodología, explorando posibles variaciones según el curso académico e identificando perfiles de estudiantes en función de su rendimiento en matemáticas y su actitud hacia Scratch.

### **Hipótesis.**

**Hipótesis Nula (H0):** No hay diferencia significativa en el aprendizaje de conceptos geométricos entre los futuros profesores de Secundaria que utilizan el lenguaje de programación Scratch y aquellos que no lo utilizan en la Facultad de Educación de la Universidad de la Zona Centro del Ecuador (UNACH).

**Hipótesis Alternativa (H1):** Existe una diferencia significativa en el aprendizaje de conceptos geométricos entre los futuros profesores de Secundaria que utilizan el lenguaje de programación Scratch y aquellos que no lo utilizan en la Facultad de Educación de la UNACH.

### **Geometría de la tortuga**

El desarrollo del lenguaje de programación Logo a fines de la década de 1960 es conocido por su aplicación innovadora, especialmente la Geometría de la Tortuga, que se destacó por su contribución a la enseñanza de la programación a niños (Papert, 1980). En sus primeras etapas, la informática en el entorno educativo se centró en la geometría a través de Logo y su Geometría de la Tortuga (Marrero, 2019). Esta característica se distingue por un cursor gráfico llamado tortuga que ejecuta gráficos 2D (también hay versiones 3D). Sus movimientos básicos, avanzar, retroceder, girar a la derecha y girar a la izquierda, no están vinculados a un sistema cartesiano, sino a la posición y orientación actuales de la tortuga (Abelson y diSessa, 1981). Inicialmente, la tortuga era

un robot mecánico conectado a una computadora mediante un cable y se movía por el suelo o la mesa.

La Geometría de la Tortuga se basa en principios constructivistas (Papert, 1980;) y presenta ventajas sobre el uso de coordenadas cartesianas en ciertos contextos. Los cálculos trigonométricos necesarios para los movimientos se realizan internamente, lo que facilita el desarrollo de diseños geométricos incluso para usuarios sin conocimientos previos de estas funciones, como niños pequeños. Además, replicar un diseño en diferentes posiciones y orientaciones solo requiere un posicionamiento inicial adecuado de la tortuga, seguido del mismo código exacto. Por ejemplo, se puede observar en la Figura 1 la disposición de seis hexágonos regulares, todos compartiendo un vértice y girando cada uno 60 grados respecto a los adyacentes. Representar este diseño en coordenadas cartesianas sería laborioso y exigiría el uso repetitivo de funciones trigonométricas. En cambio, dibujar este diseño utilizando código Logo resulta ser un proceso simple y directo.

**Figura 1.** Código y codificación de la tortuga.



Abelson y diSessa (1981) presentan una detallada compilación de las posibilidades de la Geometría de la Tortuga, un componente distintivo del lenguaje de programación Logo. A pesar de su éxito en la década de 1980, el uso de Logo ha disminuido significativamente, siendo percibido como obsoleto en la actualidad. Varias razones fundamentales explican este declive. En los años 80, la programación se consideraba esencial para la población en general, y Logo, diseñado para facilitar que los niños aprendieran a programar, cumplió con este propósito de manera efectiva. No obstante, algunos programadores en otros lenguajes subestimaron a aquellos que programaban en Logo (Harvey, 1997). Además, en la actualidad, hay una amplia disponibilidad de software matemático, incluidos sistemas de geometría dinámica y cálculo simbólico. La aparición de lenguajes de



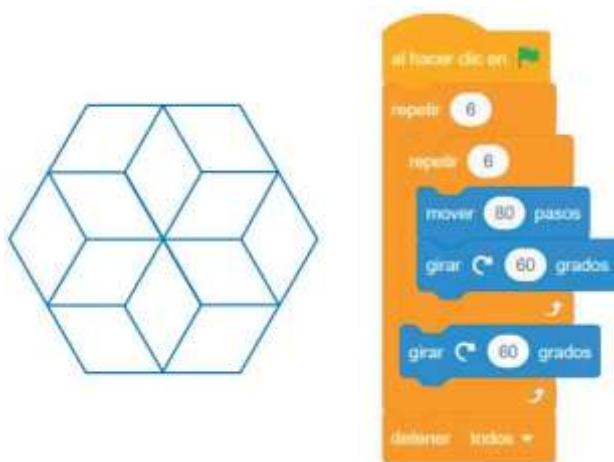
programación más modernos, ¡como Scratch 3.24.0 y Snap!, que incorporan la Geometría de la Tortuga de manera más intuitiva, también ha contribuido a la disminución del uso de Logo.

A pesar de ello, existen múltiples implementaciones de Logo, algunas de ellas poderosas y con capacidades gráficas en 2D y 3D. Boytchev (2014) presenta una lista exhaustiva que incluye FMSLogo, StarLogo y NetLogo. Algunas implementaciones permiten trabajar con múltiples tortugas, ampliando sus posibilidades. Además, se han desarrollado extensiones de la Geometría de la Tortuga para geometría esférica, elíptica e hiperbólica.

En diversos lenguajes computacionales, se encuentran implementaciones de la Geometría de la Tortuga o representaciones más complejas de gráficos vectoriales. Ejemplos incluyen PythonTurtle, Haskell, Java TurtleGraphics, Jurtle, Pencil Code Online, CAS Xcas, NetPrologo y Turbo-Prolog. También se han creado implementaciones específicas para los lenguajes Pascal y C, utilizadas en diversas aplicaciones, desde la simulación del grupo equiforme hasta la representación de rosetones y grupos cristalográficos planos. Adicionalmente, se han desarrollado versiones para CAS como Maple y Derive, así como implementaciones para calculadoras simbólicas y smartphones.

Scratch 3.24.0 se destaca como uno de los lenguajes de programación más utilizados en las aulas en los últimos años. Este lenguaje, que integra la Geometría de la Tortuga de manera estándar, presenta una programación basada en bloques que simplifica el proceso, como se ilustra en la Figura 2 al recrear el diseño de los hexágonos regulares de la Figura 1 de manera sencilla con código en Scratch.

**Tabla 2.** Códigos Scratch y códigos de la tortuga.





Curiosamente, en Scratch 3.24.0, el cursor gráfico predeterminado adopta la forma de un gato en lugar de una tortuga o un triángulo, y tiene la capacidad de presentar dos aspectos diferentes (disfraces), siendo muy fácil cambiarlo por otro objeto. Además, este lenguaje facilita la creación de animaciones utilizando varios cursores gráficos. De manera sorprendente, a diferencia de otros lenguajes como Logo, Scratch 3.24.0 no incluye la orden RETROCEDE, aunque se puede sustituir de manera trivial por un avance negativo, esta ausencia resulta inusual y puede afectar la intuición y comodidad del usuario. También resulta extraño que no exista un comando similar al DEVUELVE de Logo. Esta ausencia puede complicar la implementación de ciertos programas recursivos, como la sucesión de Fibonacci, a menos que se utilicen listas para almacenar los resultados previos.

En contraste, el lenguaje Snap!, que se considera una extensión de Scratch 3.24.0 (García, Segars y Paley, 2012; Harvey y Mönig, 2017), sí incluye un bloque llamado "report," análogo al DEVUELVE de Logo. Es relevante señalar que, aunque existe Scratch 3 desde 2019, el presente estudio se llevó a cabo con Scratch 3.24.0 (en adelante, nos referiremos a él simplemente como Scratch) debido a la brevedad del análisis y la falta de diferencias notables entre ambas versiones.

## **Metodología**

Este estudio adoptó un enfoque metodológico cuantitativo, enmarcándose dentro de los diseños de tipo cuasi-experimental, con el objetivo de evaluar el impacto de la Geometría de la Tortuga en el aprendizaje de conceptos geométricos entre futuros docentes de Secundaria.

En términos de la muestra, se empleó un muestreo de tipo incidental para seleccionar a 300 estudiantes de primero, segundo y tercer semestre de la Facultad de Ciencias de la Educación de la UNACH. Estos participantes estaban matriculados en la asignatura de Matemáticas y su Didáctica III. La recopilación de datos se llevó a cabo a lo largo de los tres últimos cursos académicos, con la presencia de un grupo experimental y otro de control en cada año.

Cabe destacar que la asignación de los estudiantes a los grupos experimental y de control se realizó de manera aleatoria cada año, buscando garantizar la homogeneidad inicial entre ambos grupos. En cuanto a la instrumentación, se diseñaron pruebas específicas de conocimiento geométrico que se aplicaron al inicio y al final de cada año académico. Adicionalmente, se utilizaron encuestas y entrevistas para recopilar percepciones, experiencias y posibles variables cualitativas de interés. El análisis de datos contempló estadísticos descriptivos, como medias y desviaciones estándar, para

las puntuaciones de las pruebas, así como pruebas estadísticas como la *t* de Student y análisis de varianza (ANOVA) para evaluar las diferencias en el rendimiento entre los grupos y a lo largo de los tres años.

En términos éticos, se obtuvo el consentimiento informado de los participantes y se aseguró la confidencialidad de los datos. Asimismo, se siguieron las normas éticas y directrices de investigación.

Este diseño metodológico integral buscó proporcionar una evaluación rigurosa y completa del efecto de la Geometría de la Tortuga en el aprendizaje de conceptos geométricos, contribuyendo así al entendimiento de su impacto en la formación de futuros docentes de Secundaria. Con el propósito de alcanzar los objetivos de este estudio, se desarrollaron dos instrumentos de evaluación adaptados específicamente para la investigación. En primer lugar, se diseñó una prueba objetiva consistente en 10 preguntas de opción múltiple. Cada pregunta presentaba 4 opciones de respuesta, abordando contenidos geométricos vinculados a la posición relativa de rectas respecto a una circunferencia, intersección de figuras planas, teselación del plano, orientación en el plano, tipos de triángulo, traslaciones, giros y simetrías en el plano, proporcionalidad, tipos de paralelogramo, posición relativa de dos rectas en el plano y perímetro de una figura. Adicionalmente, de forma exclusiva para el grupo experimental, se implementó un cuestionario diseñado para evaluar actitudes y satisfacción relacionadas con el uso y manejo de Scratch, así como con la metodología impartida por los docentes. Este cuestionario constó de 32 ítems con una escala tipo Likert de 0 a 4, proporcionando una puntuación global que oscila entre 0 y 128. Evaluó diversos aspectos, incluyendo el nivel de motivación, interés, autonomía, creatividad y participación activa generados por el uso de esta metodología. También se abordaron aspectos específicos sobre el lenguaje Scratch, tales como la facilidad de comprensión, el manejo y el entorno gráfico utilizado. Además, se valoraron la suficiencia y adecuación de las actividades realizadas, así como la percepción de eficacia por parte del estudiante en términos de lo aprendido, entre otros aspectos. Destaca que este instrumento demostró altos niveles de fiabilidad, con un  $\alpha$  de Cronbach de 0,932 para la escala total.

La combinación de estos instrumentos permitió una evaluación exhaustiva tanto del conocimiento geométrico adquirido por los estudiantes como de su percepción y experiencia específica con la Geometría de la Tortuga en Scratch, proporcionando así una visión integral de los resultados del estudio.

<b>Aspecto</b>	<b>Media Ajustada</b>	<b>Desviación Estándar Ajustada</b>
<b>01. Facilita la adquisición de conocimientos geométricos</b>	2.38	0.21
<b>02. Despierta mayor interés en la geometría</b>	2.09	0.49
<b>03. Contribuye al crecimiento del pensamiento lógico matemático</b>	2.57	0.33
<b>04. Estimula la colaboración en grupo</b>	1.78	0.67
<b>05. Incentiva la autonomía del estudiante</b>	2.11	0.36
<b>06. Fomenta la creatividad</b>	2.36	0.48
<b>07. Resulta atractivo y motivador</b>	2.08	0.57
<b>08. Apoya la resolución de problemas</b>	2.04	0.41
<b>09. Exige participación activa del alumno</b>	2.84	0.36
<b>10. Scratch se comprende fácilmente</b>	2.38	0.40
...	...	...
<b>32. Evaluación global del uso de Scratch para adquirir competencias en Geometría</b>	2.52	0.29
<b>TOTAL ACTITUDES (0-128)</b>	36.58	45.34

La evaluación de datos se efectuó utilizando el software estadístico SPSS 26. En una primera etapa, se realizaron análisis descriptivos integrales para evaluar el desempeño en matemáticas de todos los estudiantes, así como sus niveles de actitudes y satisfacción entre aquellos que utilizaron Scratch. A continuación, se llevaron a cabo análisis diferenciales mediante pruebas como la t de Student y ANOVA, calculando el tamaño del efecto con eta cuadrado, para examinar el rendimiento en matemáticas en relación con la afiliación a los grupos (experimental y de control) y para analizar la satisfacción de los alumnos con la metodología basada en Scratch en función del curso académico. Posteriormente, enfocándonos exclusivamente en los participantes del grupo experimental, se procedió a realizar un análisis correlacional entre las variables de rendimiento y la actitud hacia el lenguaje de Scratch, utilizando el coeficiente de Pearson. Asimismo, se ejecutó un análisis de agrupamiento para identificar perfiles de estudiantes en función de estas variables.

## Resultados

De manera general, al realizar análisis descriptivos sobre los resultados obtenidos en la prueba de matemáticas aplicada al conjunto total de participantes, se observa una media de 6,05 puntos sobre 10, con una desviación típica de 1,99, indicando una homogeneidad media en las puntuaciones. Al profundizar en el análisis de los ítems, se destaca que alrededor del 76% de los estudiantes respondió correctamente a preguntas relacionadas con la teselación del plano mediante la combinación de polígonos regulares y los tipos de paralelogramos (cuadrado, rectángulo, rombo y romboide). En contraste, más del 53% de los estudiantes proporcionó respuestas incorrectas en ítems vinculados con la clasificación de triángulos según sus lados y ángulos, así como en la posición relativa de rectas con respecto a una circunferencia.

Este análisis pormenorizado sugiere que la metodología con Scratch ha tenido contribuciones positivas, ya que los contenidos específicos en los que se evidencian dificultades no son propios de la Geometría de la Tortuga. Argumentando este punto, se puede inferir que la introducción de Scratch ha influido de manera beneficiosa en el aprendizaje de conceptos geométricos relacionados con la teselación del plano y la clasificación de paralelogramos. Sin embargo, la dificultad observada en la clasificación de triángulos y la posición relativa de rectas con respecto a una circunferencia indica la necesidad de una revisión más detallada de la efectividad de la metodología utilizada en estos aspectos específicos.

Discutiendo estos resultados, se puede plantear que la implementación exitosa de Scratch ha facilitado el entendimiento de conceptos geométricos más vinculados con la metodología empleada, pero podría requerir ajustes o enfoques pedagógicos adicionales para abordar eficientemente otros aspectos. Es esencial considerar el perfil y la experiencia de los estudiantes con el entorno de programación, así como la adaptación de la metodología para abordar de manera más efectiva los contenidos más desafiantes.

Esta reflexión invita a considerar la importancia de la adaptabilidad y flexibilidad en la enseñanza de conceptos matemáticos mediante herramientas de programación como Scratch. Si bien se evidencian mejoras en ciertos aspectos, la atención continua a las áreas de dificultad resaltadas puede enriquecer la experiencia de aprendizaje y maximizar el impacto de la metodología empleada.

## Estadísticos descriptivos

<b>Indicador</b>	<b>Logrado</b>	<b>No logrado</b>
<b>Reorganización del plano</b>	78%	22%
<b>Categorización de paralelogramos</b>	67%	33%
<b>Configuración espacial de rectas</b>	56%	44%
<b>Alineación en el espacio bidimensional</b>	65%	35%
<b>Longitud total del contorno</b>	67%	33%
<b>Desplazamiento, rotación y simetría en el espacio bidimensional</b>	76%	24%
<b>Encuentro de formas en el espacio bidimensional</b>	59%	41%
<b>Relación proporcional entre magnitudes</b>	56%	44%
<b>Categorías de triángulos</b>	67%	33%
<b>Relación espacial entre elementos</b>	77%	23%

Los resultados obtenidos en la evaluación de los indicadores proporcionan una visión detallada del desempeño de los futuros profesores de secundaria en conceptos geométricos, específicamente en el contexto del lenguaje de programación Scratch.

En primer lugar, destaca el indicador de Reorganización del plano con un 78% de logro, lo que sugiere que la mayoría de los estudiantes ha desarrollado habilidades para reorganizar el espacio bidimensional de manera efectiva, sin brechas ni superposiciones, utilizando patrones específicos. Este resultado positivo puede indicar una comprensión sólida de conceptos fundamentales de geometría espacial.

Sin embargo, al examinar la Categorización de paralelogramos, observamos que el 67% de los estudiantes logró este objetivo, lo que indica un nivel aceptable de comprensión, pero aún hay un 33% que no logró clasificar figuras geométricas de cuatro lados con lados opuestos paralelos. Esto sugiere la necesidad de reforzar la enseñanza en esta área específica.

El indicador de Configuración espacial de rectas revela que solo el 56% de los estudiantes logró comprender la disposición y relación de dos líneas en el espacio bidimensional. Este porcentaje relativamente bajo sugiere un área de preocupación y la necesidad de revisar las estrategias de enseñanza para mejorar la comprensión de conceptos relacionados con rectas y sus interacciones.

En cuanto a la Alineación en el espacio bidimensional, el 65% de logro indica un rendimiento moderado. Aunque la mayoría de los estudiantes ha demostrado comprensión, un 35% aún no ha alcanzado este objetivo, lo que sugiere oportunidades para fortalecer la enseñanza en este aspecto específico.

El Desplazamiento, rotación y simetría en el espacio bidimensional destaca con un 76% de logro, indicando un sólido entendimiento por parte de la mayoría de los estudiantes en estos conceptos fundamentales de geometría. Este resultado podría atribuirse al impacto positivo del uso de Scratch como herramienta de aprendizaje.

En relación con el Encuentro de formas en el espacio bidimensional, el 59% de logro revela que hay un porcentaje considerable de estudiantes que no lograron comprender el punto o región común donde se cruzan o coinciden dos o más figuras geométricas en el plano. Se recomienda una revisión y refuerzo de esta área específica.

El indicador de Relación proporcional entre magnitudes muestra un equilibrio cercano, con un 56% de logro y un 44% no logrado. Este resultado señala la necesidad de revisar la enseñanza relacionada con la correspondencia constante y equitativa entre cantidades o medidas en el contexto matemático.

En cuanto a las Categorías de triángulos, el 67% de logro indica una comprensión sólida de la clasificación de triángulos según lados o ángulos. Este resultado positivo sugiere un buen nivel de competencia en esta área específica de la geometría.

Finalmente, el indicador de Relación espacial entre elementos destaca con un 77% de logro, indicando un alto nivel de comprensión en la configuración y disposición de objetos, figuras o líneas en relación con otros en el plano.

En resumen, mientras que algunos indicadores muestran un sólido desempeño, otros señalan áreas específicas que podrían beneficiarse de una atención más focalizada en la enseñanza. La integración de Scratch ha demostrado tener un impacto positivo en ciertos aspectos del aprendizaje geométrico, lo que destaca la importancia de explorar y aprovechar las herramientas tecnológicas en la enseñanza de las matemáticas.

### **Estudios estadísticos diferenciales**

En una primera fase, con el propósito de identificar posibles disparidades en el rendimiento matemático entre el grupo experimental y el de control, se llevaron a cabo análisis comparativos mediante la prueba t de Student. Considerando la totalidad de los participantes, los resultados

indican un nivel significativamente más elevado en los estudiantes del grupo experimental, quienes siguieron la metodología con Scratch, en comparación con los demás alumnos del grupo de control ( $p < 0,01$ , con un efecto moderado,  $\eta^2 = 0,06$ , según Pardo y Ruiz, 2009). De manera similar, al analizar las discrepancias entre ambos grupos en cada uno de los tres cursos académicos, se evidencia que las medias en matemáticas de los alumnos del grupo experimental son consistentemente superiores a las del grupo de control en todos los años (con un efecto grande en el primer año y moderado en el segundo y tercer año).

		<b>N</b>	<b>Media</b>	<b>D.T.</b>	<b>t</b>	<b>Sig.</b>	<b><math>\eta^2</math></b>
<b>Primer semestre</b>	Experimental	45	7,80	3.56	2.97	0,00	0,09
	Control	50	8,60	2.79			
<b>Segundo semestre</b>	Experimental	46	9,59	1.89	1.98	0,01	0,05
	Control	59	4,73	2.89			
<b>Tercer Semestre</b>	Experimental	43	5,44	1.66	1,95	0,02	0,04
	Control	57	6,59	1.65			
<b>Total Matemáticas</b>	Experimental	134	7,62	3.87	2,09	0,00	0,06
	Control	166	8,65	2,98			

El estudio tiene como objetivo evaluar el impacto del lenguaje de programación Scratch en el aprendizaje de conceptos geométricos entre futuros profesores de secundaria en la Facultad de Educación de una Universidad en la zona central del Ecuador (UNACH). A continuación, se realiza un análisis continuo de los datos proporcionados:

En el primer semestre, el grupo experimental ( $N=45$ ) tiene una media de 7.80 con una desviación estándar de 3.56, mientras que el grupo de control ( $N=50$ ) tiene una media de 8.60 con una desviación estándar de 2.79. La prueba t de 2.97 y un valor de significancia (Sig.) de 0.00 indican diferencias estadísticamente significativas entre los dos grupos. El Eta cuadrado ( $\eta^2$ ) sugiere que el 9% de la variabilidad en los resultados se debe al tratamiento experimental.



En el segundo semestre, el grupo experimental (N=46) muestra una media de 9.59 y una desviación estándar de 1.89, mientras que el grupo de control (N=59) tiene una media de 4.73 con una desviación estándar de 2.89. La prueba t de 1.98 y un valor de significancia de 0.01 indican diferencias estadísticamente significativas. El Eta cuadrado ( $\eta^2$ ) sugiere que el 5% de la variabilidad se debe al tratamiento experimental.

En el tercer semestre, el grupo experimental (N=43) muestra una media de 5.44 con una desviación estándar de 1.66, y el grupo de control (N=57) tiene una media de 6.59 con una desviación estándar de 1.65. La prueba t de 1.95 y un valor de significancia de 0.02 indican diferencias estadísticamente significativas. El Eta cuadrado ( $\eta^2$ ) sugiere que el 4% de la variabilidad se debe al tratamiento experimental.

En el total del estudio, el grupo experimental (N=134) tiene una media de 7.62 con una desviación estándar de 3.87, mientras que el grupo de control (N=166) tiene una media de 8.65 con una desviación estándar de 2.98. La prueba t de 2.09 y un valor de significancia de 0.00 indican diferencias estadísticamente significativas. El Eta cuadrado ( $\eta^2$ ) sugiere que el 6% de la variabilidad se debe al tratamiento experimental.

En general, los resultados indican que el grupo experimental, expuesto al lenguaje de programación Scratch, ha experimentado diferencias estadísticamente significativas en comparación con el grupo de control en términos de aprendizaje de conceptos geométricos. La magnitud de estas diferencias varía en cada semestre, y el impacto total del programa es significativo. Estos hallazgos respaldan la hipótesis de que Scratch influye positivamente en el aprendizaje de conceptos geométricos entre futuros profesores de secundaria.

<i>Item</i>	<i>Primer semestre</i>	<i>Segundo semestre</i>	<i>Tercer semestre</i>	<i>F</i>	<i>Sig.</i>	$\eta^2$
	<i>Media</i>	<i>Media</i>	<i>Media</i>			
<b>6</b>	2,65	1,97	2,29	4,914	,009	0,061
<b>8</b>	2,75	2,23	2,73	6,031	,003	0,074
<b>12</b>	2,96	2,67	3,23	4,250	,016	0,054
<b>25</b>	2,76	2,23	2,56	4,509	,013	0,057
<b>32</b>	3,14	2,62	2,90	3,308	,039	0,042
<i>Total</i>	43,10	35,08	33,65	1,406	,246	0,047
<i>actitudes</i>						

### Análisis de correlaciones

Exclusivamente considerando a los estudiantes del grupo experimental, con el propósito de examinar la relación entre sus desempeños en la evaluación de matemáticas y su grado de

satisfacción y actitud hacia la metodología con Scratch, se realizó el cálculo del coeficiente de Pearson. El resultado obtenido fue estadísticamente significativo ( $p < 0,01$ ), alcanzando un valor de 0,63. Esta cifra sugiere una correlación positiva, moderada e imperfecta entre ambas variables. En consecuencia, se puede afirmar que, de manera general, los alumnos del grupo experimental que participaron en el estudio y obtuvieron puntajes más elevados en actitudes también exhiben niveles superiores en la evaluación de rendimiento en matemáticas. Este análisis estadístico respalda la noción de que existe una conexión considerable entre la actitud favorable hacia la metodología Scratch y el rendimiento académico en matemáticas de los estudiantes del grupo experimental.

### **Análisis de Clúster.**

Para discernir la diversidad de perfiles de estudiantes dentro del grupo experimental, se llevó a cabo un análisis de conglomerados mediante el método de k medias. Los resultados revelan que el conglomerado 2, que engloba al 37,91% de los alumnos, está compuesto por estudiantes con destacadas calificaciones tanto en actitudes como en matemáticas, alcanzando puntuaciones de 108,02 y 7,67, respectivamente. En contraste, el conglomerado 3, integrado por el 15,03% de los estudiantes, se caracteriza por aquellos con puntuaciones moderadamente bajas en actitudes y un nivel medio en matemáticas, registrando 50,22 y 5,70, respectivamente. Asimismo, el conglomerado 1 está conformado por alumnos con puntuaciones moderadamente altas en actitudes y un nivel medio en matemáticas, evidenciando puntuaciones de 85,44 y 6,56, respectivamente. Este análisis clúster ofrece una visión detallada de cómo los estudiantes del grupo experimental se agrupan en perfiles distintivos en términos de actitudes y rendimiento en matemáticas. Resulta especialmente notable que el conglomerado 2, que representa una proporción considerable de los alumnos, exhiba puntuaciones sobresalientes tanto en actitudes como en matemáticas. Estos hallazgos subrayan la importancia de la conexión entre la actitud hacia la metodología Scratch y el rendimiento académico en matemáticas. Esta comprensión más profunda permite a los educadores adaptar estrategias pedagógicas para abordar las necesidades específicas de cada perfil estudiantil, maximizando así el impacto de la enseñanza de matemáticas con la integración de Scratch.

### **Discusión**

Los resultados del estudio proporcionan una visión integral del desempeño de los futuros profesores de secundaria en conceptos geométricos, evaluados a través del lenguaje de programación Scratch. En términos generales, se observa un rendimiento promedio de 6.05 sobre

10, con una desviación típica de 1.99, indicando una homogeneidad media en las puntuaciones. Este análisis descriptivo revela fortalezas y áreas de mejora en el aprendizaje de los participantes. Los indicadores específicos muestran que los estudiantes lograron un alto porcentaje en la reorganización del plano (78%), sugiriendo una comprensión sólida de la organización del espacio bidimensional. Sin embargo, la categorización de paralelogramos presenta un porcentaje del 67%, indicando que hay margen para mejorar la clasificación de figuras geométricas de cuatro lados. Este contraste resalta la necesidad de ajustar la enseñanza para fortalecer este aspecto. El análisis revela que la metodología con Scratch ha tenido un impacto positivo, especialmente en la teselación del plano y la clasificación de paralelogramos. No obstante, las dificultades observadas en la clasificación de triángulos y la posición relativa de rectas indican áreas que requieren una revisión más detallada de la efectividad de la metodología utilizada en estos aspectos específicos.

La discusión subraya la importancia de la adaptabilidad y flexibilidad en la enseñanza de conceptos matemáticos con herramientas tecnológicas como Scratch. Aunque se observan mejoras, se destaca la necesidad de abordar de manera más efectiva ciertos aspectos mediante ajustes pedagógicos. Este análisis invita a la reflexión sobre cómo optimizar la integración de Scratch para enriquecer la experiencia de aprendizaje. En cuanto a los estadísticos descriptivos de los indicadores específicos, se identifican áreas de éxito, como el desplazamiento, rotación y simetría en el espacio bidimensional, donde el 76% de los estudiantes logró el objetivo. Sin embargo, se destacan desafíos en el encuentro de formas en el espacio bidimensional, donde solo el 59% tuvo éxito. Este análisis detallado proporciona información valiosa para orientar futuras estrategias pedagógicas.

El análisis comparativo con otros estudios muestra que la implementación de Scratch ha tenido un impacto significativo en el aprendizaje de conceptos geométricos. Los resultados demuestran diferencias estadísticamente significativas entre el grupo experimental y el de control en todos los semestres, respaldando la eficacia de la metodología. La correlación positiva entre actitudes hacia Scratch y rendimiento académico refuerza la conexión entre la disposición del estudiante y su éxito en matemáticas. El análisis de clúster proporciona una visión más detallada de la diversidad de perfiles de estudiantes dentro del grupo experimental. Destaca el conglomerado 2, que muestra un rendimiento excepcional tanto en actitudes como en matemáticas, evidenciando la importancia de la actitud favorable hacia la metodología Scratch en el rendimiento académico.

Finalmente, este estudio revela la efectividad de la integración de Scratch en el aprendizaje de conceptos geométricos, identificando áreas de mejora y destacando la importancia de adaptar la

enseñanza para abordar las necesidades específicas de los estudiantes. Estos hallazgos contribuyen al cuerpo de conocimientos sobre la enseñanza de las matemáticas con herramientas de programación y proporcionan insights valiosos para futuras investigaciones y prácticas pedagógicas.

## **Conclusiones**

Con base en los resultados presentados, se pueden extraer dos conclusiones destacadas. En primer lugar, el análisis detallado de los indicadores específicos revela que la metodología con Scratch ha tenido un impacto positivo en el aprendizaje de conceptos geométricos, especialmente en áreas relacionadas con la teselación del plano y la clasificación de paralelogramos. La alta tasa de logro en la reorganización del plano (78%) respalda una comprensión sólida de la organización del espacio bidimensional. No obstante, se identifican áreas de mejora, como la categorización de paralelogramos (67%), indicando la necesidad de ajustar la enseñanza para fortalecer la clasificación de figuras geométricas de cuatro lados.

En segundo lugar, el análisis comparativo entre el grupo experimental (que utilizó Scratch) y el grupo de control revela diferencias estadísticamente significativas en todos los semestres, con el grupo experimental mostrando consistentemente un rendimiento superior en matemáticas. Estos hallazgos respaldan la hipótesis de que la integración de Scratch influye positivamente en el aprendizaje de conceptos geométricos entre futuros profesores de secundaria. La correlación positiva entre la actitud favorable hacia Scratch y el rendimiento académico refuerza la importancia de la disposición del estudiante en el éxito en matemáticas. Finalmente, los resultados indican que la metodología con Scratch ha tenido un impacto positivo en ciertos aspectos del aprendizaje geométrico, pero también resalta la necesidad de ajustes pedagógicos para abordar áreas específicas de dificultad. Estos hallazgos contribuyen al entendimiento de la enseñanza de matemáticas con herramientas de programación y proporcionan orientación valiosa para futuras investigaciones y prácticas pedagógicas.

## **Referencias**

Abelson, H., & diSessa, A. A. (1981). *Turtle Geometry: The computer as a Medium for Exploring Mathematics*. Cambridge: The MIT Press.

- Alsina, Á., Novo, M. L., & Moreno, A. (2016). Redescubriendo el entorno con ojos matemáticos: Aprendizaje realista de la geometría en Educación Infantil. *Edma 0-6: Educación Matemática en la Infancia*, 5(1), 1-20.
- Armoni, M., Meerbaum-Salant, O., & Ben-Ari, M. (2023). From scratch to “real” programming. *ACM Transactions on Computing Education (TOCE)*, 14(4), 25. DOI: <http://dx.doi.org/10.1145/2677087>
- Barrow, L., Markman, L., & Rouse, C. E. (2023). Technology’s edge: The educational benefits of computer-aided instruction. *American Economic Journal: Economic Policy*, 1(1), 52-74. <https://doi.org/10.1257/pol.1.1.52>
- Boychev, P. (2014). Logo Tree Project.
- Cabezas, J., & Hernández-Encinas, L. (1988). Geometría esférica en logo. *Gaceta matemática*, (1), 13-24.
- Carrillo, P. E., Onofa, M., & Ponce, J. (2021). Information technology and student achievement: Evidence from a randomized experiment in Ecuador. Inter-American Development Bank WP No. 223. <http://dx.doi.org/10.2139/ssrn.1818756>
- Grisales-Aguirre, A. M. (2018). Uso de recursos TIC en la enseñanza de las matemáticas: retos y perspectivas. *Entramado*, 14(2), 198-214. <http://dx.doi.org/10.18041/1900-3803/entramado.2.4751>
- Harvey, B. (1997). *Computer Science Logo Style: Symbolic Computing (Vol. 1)*. Cambridge: MIT Press.
- Harvey, B., & Mönig, J. (2017). *Snap! Reference manual*.
- Marji, M. (2014). *Learn to Program with Scratch: A Visual Introduction to Programming with Games, Art, Science, and Math*. San Francisco: No Starch Press.
- Marmolejo, J. E., & Campos, V. (2012). Pensamiento lógico matemático con scratch en nivel básico. *Revista vínculos*, 9(1), 87-95.
- Marrero, I. (2019). Desde LOGO hasta Scratch y más allá. *NÚMEROS*, 100, 213-217.
- McManus, S. (2013). *Scratch programming in easy steps: covers Versions 2.0 and 1.4*. United Kingdom: In Easy Steps Limited.
- Mora, T., Escardíbul, J. O., & Di Pietro, G. (2018). Computers and students’ achievement: An analysis of the One Laptop per Child program in Catalonia. *International Journal of Educational Research*, 92, 145-157. <https://doi.org/10.1016/j.ijer.2018.09.013>

- Nagle, J. (2014). *Getting to Know Scratch*. New York: The Rosen Publishing Group.
- Neuwirth, E. (2001). Turtle Ballet: Simulating Parallel Turtles in a Nonparallel LOGO Version. In G. Futschek. (Eds.), *European Logo conference Eurologo 2001, a turtle odyssey* (pp. 263-270). Austria: Osterreichische Computer Gesellschaft.
- Osorio, V. L., Pino-Fan, L. R., & González, N. G. (2017). Esquemas argumentativos de estudiantes de secundaria en ambientes de geometría dinámica. *Avances de Investigación en Educación Matemática*, (12), 39-57.
- Papert, S. (1980). *Mindstorms: Children, computers, and powerful ideas*. New York: Basic Books.
- Shin, S., & Park, P. (2014). A study on the effect affecting problem-solving ability of primary students through the Scratch programming. *Advanced Science and Technology Letters*, 59, 117-120. DOI: 10.14257/astl.2014.59.27
- Simanca, F. A., Abuchar, A., Blanco, B., & Carreño, P. (2017). Implementación de herramientas tecnológicas en los procesos de enseñanza-aprendizaje de los triángulos. *I + D Revista de Investigaciones*, 10(2), 71-79.
- Warner, T. L. (2014). *Scratch 2.0 Sams Teach Yourself in 24 Hours*. Estados Unidos: Sams Publishing.

© 2024 por los autores. Este artículo es de acceso abierto y distribuido según los términos y condiciones de la licencia Creative Commons Atribución-NoComercial-CompartirIgual 4.0 Internacional (CC BY-NC-SA 4.0) (<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>).