

MODELANDO PATRONES EN SCRATCH: ESTRATEGIA DE APOYO AL PENSAMIENTO VARIACIONAL

MODELING PATTERNS IN SCRATCH: A STRATEGY TO SUPPORT VARIATIONAL THINKING

Kely Johanna Doncel González ¹

Ariel-Adolfo Rodríguez - Hernández ²

David Santiago Melo Niño ³

Universidad Pedagógica y Tecnológica de
Colombia, Colombia

· 3 0 1 ·

RESUMEN

El pensamiento variacional en la educación básica primaria se centra en el estudio de los patrones y la variación, elementos conceptuales base para la comprensión del álgebra y el cálculo en grados superiores. Es por eso fundamental, que el docente de educación básica propicie un ambiente enriquecido que permita la visualización, la manipulación y el establecimiento de diversas conjeturas sobre los patrones y la variación. En este sentido, siendo el

¹ *kely.doncel@uptc.edu.co, Magister en TIC Aplicadas a la Educación, Licenciada en Educación Industrial-Mecánica. Grupo de Investigación TICA Orcid: <https://orcid.org/0000-0002-7401-9922>*

² *ariel.rodriguez@uptc.edu.co, Phd en Tecnológica Educativa, Magister en Software Libre, Ingeniero de Sistemas. Grupo de Investigación TICA y TelemaTICs. Orcid: <https://orcid.org/0000-0003-1906-7734>*

³ *david.melo@uptc.edu.co, Magister TIC Aplicadas a la Educación, Ingeniero Electrónico. Grupo de Investigación SIMILES Orcid: <https://orcid.org/0000-0003-3699-0993>*

programa Scratch un ambiente visual que permite la modelación de patrones y variables desde la codificación en bloques, esta investigación desarrolló durante ocho semanas, una secuencia de actividades de modelación de patrones, mediante la plataforma Scratch para el grado quinto de educación básica primaria. El objetivo fue aportar evidencia que permita comprender cómo el uso de recursos tecnológicos ligados al pensamiento computacional puede ampliar la objetivación (toma de conciencia) de patrones. La metodología para el análisis de la estrategia fue mixta, tomando datos cuantitativos de prueba pre y post test de análisis de patrones, para un grupo de estudiantes de grado quinto (n=40) y sustentarlas desde un análisis multimodal de registros de video que evidencian semióticas ligadas al razonamiento variacional. Los resultados cuantitativos evidenciaron una diferencia de medias entre pruebas pre y post tes, que se relacionan mediante la mejora en

el planteamiento de algoritmos simplificados y eficientes cuando los estudiantes objetivaron los patrones. Estos datos sugieren que el desarrollo de actividades de pensamiento computacional ligadas a la codificación, desde el reconocimiento de patrones, puede mejorar el razonamiento variacional en estudiantes de primaria.

PALABRAS CLAVE: pensamiento variacional, Scratch, modelación, patrones, pensamiento computacional.

ABSTRACT

Variational thinking in primary basic education focuses on the study of patterns and variation, conceptual elements that are the basis for understanding algebra and calculus in higher grades. That is why it is essential that the basic education teacher fosters an enriched environment that allows the visualization, manipulation, and establishment of various assumptions about patterns and variation. In this sense, being the Scratch program a visual environment that allows the modeling of patterns and variables from the coding in blocks, this research developed during eight weeks, a sequence of pattern modeling activities, using the Scratch platform for the fifth grade of primary basic education. The objective was to provide evidence that allows us to understand how the use of technological resources linked to computational thinking can expand the objectification (awareness) of patterns. The methodology for the analysis of the strategy was mixed, taking quantitative data from the pre and post-test of pattern analysis, for a group of fifth-grade students ($n = 40$) and supporting them from a multimodal analysis of video records that show semiotics linked to variational reasoning. The quantitative results showed a difference in means between pre and post-tests, which are related to the improvement in the approach of simplified and efficient algorithms when the students objectified the patterns. These data

suggest that the development of computational thinking activities linked to coding, from pattern recognition, can improve variational reasoning in elementary school students.

KEYWORDS: variational thinking, Scratch, modeling, patterns, computational thinking.

INTRODUCCIÓN

Dentro de la actividad matemática para la educación básica primaria se consolidan las bases del lenguaje y la estructura prospectiva de la competencia matemática. Es por eso que, a este nivel, los docentes deben propender por ambientes de aprendizaje enriquecidos que les permitan a los estudiantes manipular, observar, modelar y generalizar. Siendo el pensamiento variacional en la educación primaria, actualmente, un objeto trascendental en la investigación matemática (Barrera, 2021).

Dentro del razonamiento matemático se distingue el pensamiento variacional como aquel relacionado al análisis del cambio y la variación, su modelación y representación, a partir de registros semióticos que pueden ser simbólicos, verbales, pictóricos, gráficos o algebraicos (MEN, 2006). Siendo el estudio de la variación y el cambio una actividad no solo relacionada a la matemática, sino también ligada a áreas como las ciencias y a diversas actividades cotidianas.

En este sentido Vasco (2007), agrega que el desarrollo del pensamiento variacional está relacionado también al uso de diversas tecnologías, toda vez que el uso de dispositivos permite ampliar las semióticas de la variación a lo verbal, gestual, pictórico, manipulativo, ejecutable y simbólico – formal. Esto permite que los estudiantes amplíen su interacción con el patrón, la variación y el cambio. Además, estas tecnologías desenfocan la atención en el simbolismo formal y la mera ejercitación algorítmica, permitiéndole al estudiante

centrarse en procesos como la modelación y la comprensión de conceptos.

En este sentido Alsina (2020) concuerdan con Bolaño y Cuero (2018), y Miller (2019), en el uso de Scratch como una herramienta que permite la identificación de patrones y secuencias articulando el pensamiento computacional en la educación básica primaria. De acuerdo con esto, la presente investigación busca generar una estrategia de aprendizaje que articule el pensamiento variacional, específicamente la modelación de patrones y las habilidades de pensamiento computacional mediante el programa Scratch.

LA INTEGRACIÓN DEL PENSAMIENTO VARIACIONAL Y COMPUTACIONAL

El pensamiento variacional comprende las habilidades para identificar, describir, modelar y representar la variación y el cambio por medio de semióticas que pueden ser simbólicas, verbales, icónicas, gráficas o algebraicas (MEN, 2006 p.66). Siendo el objetivo principal del pensamiento variacional la captación y modelación de patrones que se repiten (Vasco, 2006). Este razonamiento inicia en la educación primaria con el estudio de las regularidades, los patrones y las secuencias, tanto numéricas, como geométricas y se va complejizando hasta llegar al álgebra y el cálculo en grados superiores (Cabezas y Mendoza, 2016).

La variación y el cambio ocurre tanto en una variedad de fenómenos científicos, como en situaciones cotidianas. Es por eso que, para su estudio, se requiere del planteamiento de actividades que involucren otras disciplinas y recursos que pueden ser manipulativos o tecnológicos (Bolaño y Cuero, 2018; Cabezas y Mendoza, 2016). En este sentido, Isoda (1996) propone desarrollar este razonamiento desde la educación básica, mediante actividades que propicien el ingenio y la creatividad que

favorezcan las conexiones conceptuales. En este sentido, el docente no solo debe tener en cuenta el planteamiento de tareas de ejercitación, sino también, la naturaleza de las mismas, ya que es mediante éstas que el estudiante puede objetivar (tomar conciencia) de la situación de variación planteada (Vergel, 2014).

Es por eso fundamental que, las actividades de pensamiento variacional se apoyen en recursos tecnológicos que permitan ampliar los medios semióticos de objetivación. Estos medios semióticos comprenden todas las herramientas, recursos, símbolos y signos que se emplean para construir un significado (Mojica, 2013). En esta línea, Vasco (2007), establece que los recursos tecnológicos apoyarían la objetivación desde lo visual y manipulativo, además que ayudan al proceso de verificación, representación y argumentación.

Así mismo, el Programa para la Evaluación Internacional de Estudiantes - PISA contempla dentro de la competencia matemática la capacidad para que los estudiantes usen su conocimiento matemático en situaciones de la vida real. Así como sus habilidades para formular, emplear y evaluar patrones, descomponer las partes, y determinar el tipo de herramienta computacional a emplearse en el análisis o resolución de un problema. Adicionalmente, se plantea que los estudiantes deben demostrar sus habilidades de pensamiento computacional como parte de su práctica matemática (OCDE, 2017).

Por otra parte, el pensamiento computacional o Computational Thinking fue un término usado por Seymour Papert en los años 80, para referirse a las capacidades mentales ligadas a la programación. Posteriormente, Jeannette Wing en 2006 se refirió a este pensamiento en términos académicos como una habilidad el desarrollo sistemático de habilidades de pensamiento crítico, encaminadas a la resolución

de problemas desde conceptos de computación que permiten ser llevados por un procesador de información. Siendo necesarios para su comprensión la abstracción y reconocimiento de algoritmos y patrones (Mantilla y Negre, 2021, pág. 92).

Asimismo, el pensamiento computacional hace parte de las conocidas habilidades del siglo XXI. Estos constructos son referencia en la política educativa internacional y buscan abordar las necesidades de formación cognitiva exigente según las necesidades laborales futuras (Miller, 2019). Siendo entonces considerado como una herramienta para formar rutinas y prácticas de pensamiento que estimulan la construcción autónoma del conocimiento y por lo tanto la metacognición. Es decir, el pensamiento computacional no solo es un hábito de programación, sino que es una herramienta para construir un pensamiento de nivel superior (Rojas, 2021).

Doncel González, Melo Niño y Rodríguez-Hernández (2021) realizaron un estudio orientado a fortalecer el pensamiento variacional en estudiantes de grado sexto de educación básica, en el cual se empleó el enfoque STEM como estrategia de aprendizaje. En él se buscó estimar la variable aprendizaje variacional en dos momentos de aprendizaje pre test / post test, para lo cual desarrollaron una estrategia didáctica de aprendizaje STEM desde el modelamiento matemático para favorecer el desarrollo del pensamiento variacional en los estudiantes, se pudo concluir que la interdisciplinariedad de las áreas en la educación STEM posibilita el desarrollo de procesos cognitivos que a su vez permiten apropiarse los conocimientos fundantes del pensamiento variacional.

EL PENSAMIENTO VARIACIONAL: LOS PATRONES

El razonamiento matemático y en especial el lenguaje variacional se basa en patrones, de aquí su importancia en la educación primaria (Miller, 2019). El significado de patrón está relacionado a la regularidad como una relación estructural entre los elementos de un sistema o configuración que involucra relaciones que pueden ser espaciales, numéricas o lógicas (Bolaño y Cuero, 2018; Miller, 2019). Su razonamiento involucra el planteamiento de estrategias, elementos y estructuras lingüísticas que permitan su argumentación y modelación en estructuras cada vez más simples (Maury, Palmezano y Cárcamo, 2012).

Los patrones pueden identificarse a partir de un núcleo generador. Este núcleo generador puede repetirse, crecer y/o decrecer generando una estructura cíclica (Bolaño y Cuero, 2018). Esta regularidad o patrón puede valerse de una variedad de semióticas que pueden ser desde orales y gestuales, hasta gráficas, geométricas o numéricas.

Desde la visión de Pulgarín (2015), los patrones se pueden clasificar en dos grandes grupos, así:

- **Patrones de repetición:** Son los constituidos por elementos que se repiten en formas periódicas. Ejemplo: OOOHOOOHOOOH
- **Patrones de recurrencia:** Son aquellos compuestos por un núcleo que puede cambiar con regularidad, siendo el término de la sucesión dependiente del anterior generando una regla de formación. Estos se pueden dividir a su vez en numéricos y geométricos. Ejemplo: 3,6,9,12,15...

Las investigaciones han indicado que la identificación del patrón o unidad repetitiva es

una de las actividades que más dificultades presentan los estudiantes de básica primaria (Lüken, 2018). Siendo los patrones en un sistema (secuencia) los que propician el proceso de modelamiento y generalización, su identificación es de suma relevancia conceptual a este nivel (Miller, 2019). Existen diferentes situaciones contextuales que permitirían el análisis de patrones y su modelación, sobre todo, aquellos relacionados con el entorno cultural y natural (Bolaño y Cuero, 2018). Para la presente investigación se tomará la conceptualización de patrones que en consecución llevaran al estudiante a la modelación de una situación.

Para el abordaje de las situaciones de variación en la educación primaria, algunos autores aconsejan plantearlos desde los principios de transversalidad, progresividad y complejidad (Maury, Palmezano, y Cárcamo, 2012). Para cumplir con el principio de progresividad y complejidad se ha tomado la clasificación de actividades para el abordaje del pensamiento variacional desde la visión de Alsina (2020). Esta estructura permite abordar las actividades de variación desde un contexto informal, pasar por un intermedio hasta llegar a un contexto formal.

Las actividades relacionadas al nivel informal involucran el movimiento cinestésico, así como la manipulación de material concreto que le permitan al estudiante copiar, continuar, clasificar, ordenar, completar y crear patrones repetitivos (Alsina, 2020; Miller, 2019). En el nivel intermedio usan recursos tecnológicos y finaliza con el nivel formal mediante recursos gráficos (Alsina, 2020).

Son entonces los patrones los que permiten el desarrollo del pensamiento funcional la base conceptual del pensamiento algebraico (Blanton y Kaput, 2011; Vergel, 2014). Además, abarca conceptualizaciones matemáticas

como el contar, el pensamiento multiplicativo, la estructura aritmética y la medición ya que el uso de patrones permite la aplicación de reglas, razonar y pasar a notaciones matemáticas abstractas (Obando, 2015).

SCRATCH Y LAS MATEMÁTICAS

Scratch es una plataforma gratuita que permite un lenguaje de programación visual. Fue creada en el Instituto Tecnológico de Massachusetts – MIT. Permite desarrollar habilidades para analizar y resolver problemas mediante el empleo de conceptos de codificación y matemáticas basada en el paradigma del constructivismo (Sáez y Cózar, 2017, pág. 134). El uso de Scratch se realiza mediante el arrastre de bloques que conforman una secuencia lógica que permite cumplir una función.

La interacción con el programa permite diseñar una secuencia de acciones que requiere el uso y creación de algoritmos para resolver problemas aplicando principios lógicos – matemáticos. Estudios internacionales han determinado que existe una correlación entre el uso del software Scratch y los resultados de pruebas de matemáticas (Miller, 2019). Específicamente, porque la plataforma ofrece un medio para que los estudiantes apliquen el pensamiento algebraico como el uso de patrones (repetidos y crecientes), su modelación y su generalización.

Actualmente, algunos autores han explorado estrategias ligadas al uso de herramientas tecnológicas con el pensamiento variacional, entre estos podemos resaltar el trabajo de Bolaño y Cuero (2018), quienes emplearon el entorno interactivo de Scratch para crear un recurso educativo que permitiera la realización de ejercicios de análisis visual, pero sin ligarlo al pensamiento computacional o a la construcción de algoritmos por parte de los estudiantes. Por su parte, Alsina (2020) aconseja la codificación en Scratch como parte del itinerario de tareas de pensamiento variacional, en

el nivel de aprestamiento intermedio como recurso tecnológico. Siendo las referencias internacionales las más destacadas en este campo (Miller, 2019).

El uso de la plataforma Scratch se plantea desde la conceptualización de Miller, (2019) y Torregrosa y Quesada (2007) y quienes destacan los procesos de visualización, razonamiento, y coordinación conjunta en la construcción del modelo conceptual de los estudiantes cuando abordan una actividad matemática que involucra la variación. Es entonces, la visualización un apoyo fundamental en la comprensión de las situaciones relacionadas a la variación, ya que es mediante esta que, el sujeto receptor incorpora otros sentidos necesarios para la comprensión de los procesos cognitivos (Arcavi, 2003).

En este sentido Vasco (2007), agrega que las tecnologías permiten que los estudiantes amplíen su comprensión e interacción con el patrón, la variación y el cambio. Además, que desenfocan la atención en el simbolismo formal y la mera ejercitación algorítmica, permitiéndole al estudiante centrarse en procesos como la modelación y la comprensión de conceptos. De aquí la importancia de el uso de software como un medio de visualización que apoya la comprensión matemática (Cabezas y Mendoza, 2016; Garcia, 2011).

En consecuencia, existe un campo de investigación incipiente que requiere de estrategias de aula efectivas de uso de recursos tecnológicos que fortalezca la objetivación de patrones. Específicamente las relacionadas al uso de software que permita la visualización, manipulación y creación de patrones, como un ambiente de aprendizaje que incentive el razonamiento variacional en la educación básica primaria.

MÉTODO

La estrategia de integración de pensamiento variacional y Scratch se implementó con 40 estudiantes del grado quinto, de educación básica primaria pertenecientes a la institución Educativa Politécnico Álvaro González Santana – Sede Manitas. Esta institución es de carácter oficial y pertenece a la Secretaría de Educación del municipio de Sogamoso, del departamento de Boyacá Colombia. Las edades de los estudiantes están en el rango de 9 a 11 años.

Debido a las reglas de aforo (establecidas por las autoridades sanitarias para minimizar el contagio del virus SARS-CoV-en las aulas) el grupo de 40 estudiantes se dividió en dos. En este sentido, un grupo de estudiantes pertenecientes a los 20 primeros códigos de lista fueron denominados el grupo 1, y vendrán presencialmente los días impares. Siendo los restantes 20 el grupo 2 quienes vendrán presencialmente los días pares. Para el presente estudio, el grupo experimental será el denominado grupo 1 y el grupo control el denominado grupo 2. Los dos grupos contaban con la misma profesora y tiempo para la instrucción.

El estudio se realizó desde el enfoque de investigación mixta. Este tipo de estudios según Hernández, Fernández , y Baptista (2014), se usan como una forma de sustentar los resultados de la cuantificación de las variables sometidas a estudio desde elementos categóricos que permiten la comprensión profunda del fenómeno abordado. Siendo para el presente estudio, las variables el pensamiento variacional y el uso de Scratch, las cuales fueron estimadas mediante comportamiento numérico por pruebas pre y post test. Y, por otro lado, el método cualitativo que busca el análisis de las semióticas expuestas cuando se ejecutaba la intervención mediante las transcripciones de las grabaciones de clase (Miranda, Radford, y Guzmán, 2007; Mojica Vargas, 2013).

Esta investigación además tiene en cuenta la teoría del constructivismo (Harel & Papert, 1991), que establece la articulación del pensamiento computacional como parte de la competencia matemática. Es decir, el objetivo es que los estudiantes desarrollan el conocimiento matemático relacionado a la identificación de patrones y estructuras matemáticas mediante procesos de codificación.

Con relación a los instrumentos de recolección de los datos, estos se dividen en dos grupos: aquellos que facilitan la cuantificación numérica que serán determinados mediante pruebas escritas, y por otro lado los que facilitarán las relaciones semióticas que serán valoradas cualitativamente mediante categorías verbales, gestuales o escritas.

Al comienzo de la experiencia cada grupo recibió una prueba o test inicial de selección múltiple con única respuesta. Esto para evaluar sus conocimientos previos relacionados al reconocimiento de los tipos de patrones y el planteamiento de generalizaciones. La prueba fue diseñada a partir de ítems de evaluación de pensamiento variacional ligado a patrones de cambio, las cuales fueron diseñadas por expertos del Instituto Colombiano de Educación Superior ICFES para el grado 5 y que se aplicó en los años 2015, 2016 y 2017 a nivel nacional (las cuales están disponibles en el portal <https://www.icfes.gov.co/>).

En total fueron 10 ítems de evaluación tanto para la prueba pre test, como para la prueba post test. Los ítems estaban relacionados con la identificación de patrones numéricos y geométricos. De los cuales, 4 eran patrones repetitivos y seis eran patrones de recurrencia, siendo 3 numéricos y 3 geométricos. Cada ítem tenía una valoración de 0.5 para un total de 5.0 puntos máximos posibles.

El diseño de la prueba permitía una introducción inicial, la cual era leída por la profesora y posteriormente una serie de preguntas relacionadas con la identidad y edad del participante. La prueba fue aplicada para los dos grupos al inicio del cuarto y último periodo (octubre), en una sola sesión de clase de 60 min. Existiendo una diferencia de 8 semanas entre la prueba inicial y la final, siendo esta última aplicada a finales de noviembre.

Para el desarrollo de las actividades, estas se diseñaron desde los postulados de Díaz-Barriga (2013), para secuencias didácticas interdisciplinarias, en la que se establecen tres tipos de actividad. Un primer grupo de actividades denominadas de apertura. Según Díaz-Barriga (2013), las actividades de apertura deben introducir al estudiante en el tema. En este sentido y desde la perspectiva de Alsina (2020), se tomarán todas aquellas relacionadas al nivel informal que involucran el movimiento cinestésico, así como la manipulación de material concreto, la clasificación y ordenación. Siendo en total tres lecciones que involucran el seguimiento de patrones con pies y manos, así como la construcción de figuras usando fichas.

Siguiendo los postulados de Díaz-Barriga (2013), a continuación, se deben plantear las actividades pertenecientes al nivel de desarrollo, siendo desde los postulados de (Alsina, 2020), las relacionadas al nivel intermedio de uso de tecnologías. Las actividades del nivel intermedio deben tener como objetivo introducir al estudiante en el uso de tecnologías. Estas comprendían inicialmente tres actividades de modelación de patrones repetitivos para la construcción de figuras geométricas básicas y posteriormente dos ligadas a la modelación de patrones de recurrencia geométrica y dos ligadas a la identificación de patrones numéricos.

Cada una de las actividades de desarrollo fueron aplicadas en una sesión de clase de 120 min,

durante 8 semanas pertenecientes al cuarto periodo académico para el grupo experimental, mientras que el grupo control recibía una instrucción separada de matemáticas y tecnología (que no estaba relacionada con Scratch). Para el grupo experimental, en un primer momento, la docente planteaba la actividad o reto de modelación, permitiendo que cada estudiante planteara una solución individual. Esta solución posteriormente era compartida con un compañero de clase con el que se debía realizar el proceso de modelación usando un computador por pareja de estudiantes.

Finalmente, para la actividad de cierre, Díaz-Barriga (2013) establece que son actividades de síntesis, las cuales posibilitan la perspectiva de la evaluación tanto formativa como sumativa. Para este momento se le suministró al grupo de estudiantes la prueba post test, previamente descrita (la cual es de tipo sumativo), durante 60 min. Esta fue individual y permitió hacer el contraste tanto con la prueba inicial como con el análisis cualitativo de las semióticas expuestas durante el desarrollo de la actividad,

Mientras se desarrollaba la actividad grupal, la investigadora fue abordando cada grupo para orientarlos tanto en la codificación, como el proceso de identificación y modelación de patrones. Para esto se acercaba a un grupo de estudiantes aleatoriamente y le planteaba preguntas relacionadas al desarrollo de las actividades. Este momento era filmado por la investigadora permitiendo posteriormente hacer el análisis verbal, gestual y escrito de los elementos expuestos.

ANÁLISIS DE RESULTADOS

El análisis de datos cuantitativos se evaluó mediante una prueba de hipótesis desde las variables de estudio:

- **Variable independiente:** Codificación mediante Scratch

- **Variable dependiente:** Reconocimiento de patrones de pensamiento variacional

Hipótesis: Siendo x_1 el valor de la media del logro del aprendizaje de reconocimiento de patrones de pensamiento variacional del grupo antes de la realización de actividades de codificación con Scratch, y x_2 el valor de la media del logro del aprendizaje después de la realización de actividades de codificación con Scratch para el grupo experimental. Se tiene:

- **Hipótesis nula H_0 :** no existe una diferencia entre la media de resultados para el grupo experimental, del logro de aprendizaje de reconocimiento de patrones de pensamiento variacional de los estudiantes antes y después de la integración de la codificación mediante Scratch.

- **Hipótesis alterna H_1 :** existe una diferencia positiva entre la media de resultados para el grupo experimental, del logro de aprendizaje de reconocimiento de patrones de pensamiento variacional de los estudiantes antes y después de la integración de la codificación mediante Scratch.

Para probar la hipótesis, se empleó la prueba T de Student o prueba de diferencia de medias para muestras relacionadas ligadas al grupo experimental.

Este análisis cualitativo se basó en el análisis multimodal desde un enfoque onto – semiótico establecido en Cabezas y Mendoza (2016) y Mojica Vargas (2013). Este enfoque permite concebir la práctica matemática como una manifestación que puede ser lingüística o no, al buscar resolver un problema matemático. En este proceso de análisis se tienen en cuenta el lenguaje verbal y gestual, los símbolos o gráficos y los conceptos y proposiciones que

aborda un estudiante al realizar una actividad matemática. En este sentido, se establece que muchas de las manifestaciones del lenguaje verbal y cotidiano encierran potencialmente un concepto matemático.

RESULTADOS

A continuación, se presentan los resultados de una intervención de ocho semanas en el

grado quinto de educación básica primaria. La Tabla 1 muestra el análisis descriptivo de los resultados de las pruebas pre y post test para el grupo experimental que recibió la formación en actividades de codificación. En esta se observa el valor de la media, así como la desviación estándar para la prueba antes y después.

Tabla 1. Datos estadísticos descriptivos para el grupo experimental

	Pre test	Post test
Media (n=20)	2.175	3.800
Desviación Estándar	0.438	0.384

La tabla 2, relaciona los datos descriptivos del grupo control que recibió una formación de pensamiento matemático tradicional. En esta

se observa el valor de la media, así como la desviación estándar para la prueba antes y después.

Tabla 1. Datos estadísticos descriptivos para el grupo control

	Pre test	Post test
Media (n=20)	2.000	3.150
Desviación Estándar	0.538	0.328

Aunque los datos de la media, tanto para el grupo experimental como para el grupo control muestran avances, los valores sugieren mayor logro de aprendizaje de los datos en el grupo experimental que recibió una formación en patrones mediante actividades de codificación

de Scratch. Por lo tanto, se procede a la comprobación de hipótesis para el grupo experimental. La Tabla 3. Muestra la prueba de hipótesis T- Student mediante análisis de muestras relacionadas en el grupo experimental.

Tabla 3. T-Test para muestras relacionadas en el grupo experimental

Muestra Posterior	Muestra previa	t	df	p
Post test	- Pre test	13.272	19	< .001

Los datos indican que se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alternativa debido a que existieron diferencias positivas significativas entre la pre post test y la prueba pre test para el grupo experimental.

Frente al análisis onto- semiótico para los datos cualitativos, se presentarán inicialmente, los más relevantes para las diferentes actividades de modelación de patrones de repetición mediante la construcción de figuras geométricas. Estas

actividades requerían que los estudiantes modelaran el trazado de una figura geométrica (cuadrado, rectángulo, triángulo equilátero), estas actividades están basadas en lo establecido por las investigaciones de (Cabezas y Mendoza, 2016; Miller, 2019). Para esto los estudiantes E1 Y E2, mostraron la relación entre las características de la figura y la identificación de patrones de repetición para su trazado. Relacionando el número de lados vértices con los comandos mover 50 pasos y girar 90 grados. A continuación, se transcriben las conclusiones a las que llegó un grupo de estudiantes para codificar el patrón de dibujo de un cuadrado y su interacción con la profesora.

Profesora: ... y entonces ¿qué es un cuadrado?

E1: Es una figura ... que tiene cuatro lados ...

Profesora: ...y cuando vas a dibujar un cuadrado, ¿qué comandos usarías?

E1: pues... bajar el lápiz para que raye y luego mover.

Profesora; ¿y eso es suficiente?

E1: mmm... mira a su compañero.

Profesora: ¿Y mover cuánto?

E2: ¿pues diez pasos... o lo que uno quiera (ubica el comando mover y le asigna 10 pasos), ¡nooo profe es muy pequeño! ¿Podemos poner 50? (mira a la profesora para confirmar).

Profesora: Claro, que sí. Pero ¿cómo sabemos que es suficiente?

E1: Porque si 10 es esto... (señala la raya que marco el programa), entonces 50 será como por aquí. (enseguida ejecuta la acción presionando la banderita verde)

Profesora: ¿pero solo va en línea recta y así no es un cuadrado, crees que algo falta?

E1: Sí, que baje.

Profesora: ¿Y cómo haces que baje?

E2: le damos aquí (señala el comando de giro) y ponemos 90.

Profesora: ¿Y eso es suficiente?

E1: sí... (mira su compañero para confirmar). Luego señala la pantalla y presiona la banderita verde para que se ejecute la programación.

Profesora: pero... no dibujó un cuadrado. ¿Crees que falta algo?

E1: pues que se repita.

Profesora: ¿y qué haces para que se repita?

E2: le ponemos el amarillo (comando) de repetir.

Profesora: ¿Y entonces?

E2: (coje el mouse y arrastrar el bloque repetir) le ponemos cuatro aquí (señala el comando de repetir)

E1: Sí, pero debe ir todo dentro... (señala los comandos de mover 50 pasos y girar 90 grados) porque si no, entonces no sirve.

Profesora: ¿Por qué?

E1. Porque debe coger toda la orden cuatro veces... porque es un cuadrado... mira... (presiona ejecutar en el comando bandera verde).

Por otra parte, frente a la objetivación cuando los estudiantes E3 y E4, abordaron la actividad de patrones de recurrencia geométricos, las semióticas gestuales coordinadas con las verbales que realizaron los estudiantes con las manos permitieron evidenciar la comprensión del reconocimiento de la dependencia del último comando de movimiento como parte fundamental para la generación de la siguiente figura. La siguiente transcripción permite comprender la interacción entre la semiótica verbal y gestual del estudiante con relación a los patrones de recurrencia geométrica (teselado).

Profesora: y... ¿cómo construyeron el teselado?

E4: Nosotros iniciamos con lo más fundamental profe que es hacer click en esta banderita y el lápiz que es para marcar. (Señala los comandos apuntando con el dedo índice al entorno de ejecución)

E3: Iniciamos con movimiento, le pusimos mover 90 pasos (mueve la mano derecha horizontalmente) y girar 90 grados (hace un giro de 360 grados apuntando con el dedo índice de la mano derecha)

Profesora: ¿para qué se hace eso?

E4: Lo hicimos para que hiciera solo un cuadrado. Luego le dimos repetir (hace un giro de 360 grados apuntando con la mano cerrada)

Profesora: ¿Repetir cuantas veces?

E3: Pueden ser las que uno quiera (señala el comando repetir y su valor), pero según los lados que tiene un cuadrado nosotros pusimos cuatro veces, esto se va a repetir para formar un cuadrado y al final de esto pusimos 90 pasos más para que siga dibujando

los demás cuadrados. (señala con el dedo la dirección derecha para simular un avance)

Profesora: Listo, y... ¿qué podemos decir del teselado y el patrón?

E4: Pues... nosotros tenemos los patrones del cuadrado que son repetir, mover y girar (los señala). Y luego (baja la mano), los ponemos en repetir cuatro veces, después, al final, le colocamos 90 pasos para que quede en el vértice, y el gato en esta posición, y luego lleguen así al siguiente vértice y así seguir hasta que hace el cuadrado (señala el teselado resultante).

Para la comprensión de los patrones numéricos, la investigadora diseñó una actividad previa codificada que facilitó a cada grupo. En este entorno se encontraron con un escenario que les permitía a los estudiantes amentar el número de bacterias presentes en un bosque con relación al número de horas (usando el comando clon).

Para la primera actividad, al presionar la tecla de dirección – derecha, se mostraba un clon de cada una de las bacterias presentes y el clon desaparecería en la misma proporción cuando presionaban la tecla izquierda. Finalmente, se dejaron visibles el contador de bacterias y el tiempo en la parte superior del entorno de Scratch. Frente a las cuales los estudiantes encontraron la generalización de adición con facilidad.

Posteriormente, se le proporcionó un entorno similar, pero en este caso se generaba un clon de bacteria, por cada una de las bacterias presentes, induciendo al estudiante a la generalización de patrones multiplicativos de potenciación. Se les pidió a los estudiantes completar una tabla numérica de relación progresiva de cantidad de bacteria a través del tiempo, y se planteó la pregunta ¿Cuántas bacterias existirán al pasar

50 horas?, esto con el fin de que los estudiantes planteen un modelo que permita el cálculo de las bacterias para cualquier tiempo dado.

Esta actividad resultó en un gran desafío, y, por lo tanto, solo algunos grupos de estudiante pudieron llegar a la generalización. Al observar las hojas de trabajo, una gran parte de los grupos tendían a usar multiplicaciones repetidas por dos, llegando incluso a usar hasta dos hojas de trabajo para llegar al resultado, sin poder plantear alguna generalización. Esto, empero los estudiantes podían observar el código de programación que establecía la relación de variables programadas y modificarlo, así como usar el entorno para la verificación del resultado obtenido.

En la siguiente transcripción relacionado a la recurrencia numérica donde se observa la comprensión avanzada a la que llegó un grupo de dos estudiantes mediante el análisis del código programado.

Profesora: Bueno y cuéntenme, ¿cómo lograron llegar a esa conclusión?

E5: Entonces, llegamos a esta conclusión (señala las conclusiones de la hoja en la que se visualiza un 2 con un exponente 1). La idea es que a cada hora que pasa la bacteria se multiplica al doble... se duplica.

Profesora: y entonces ¿qué es el dos? (señalan la programación)

E5: Dos sería la duplicación ...

E6: Y la hora sería el componente... perdón el exponente, para que esto (señala el número de bacterias) se duplicara.

Se puede ver en la transcripción que las estudiantes pudieron identificar las variables relacionadas al patrón a partir del análisis del código planteado

y la manipulación con el entorno programado de Scratch. Explícitamente, evidenciaron un lenguaje matemático como duplicar y exponente para describir la generalización planteada. Siendo el análisis y manipulación del código (realizada previamente por el grupo), la que les condujo al planteamiento de las generalidades. Es decir, el uso de la codificación por bloques en Scratch incita a la generalización de patrones.

DISCUSIÓN

Una mirada sistémica a los resultados cuantitativos de pruebas pre y post test, así como los análisis categóricos de las semióticas verbales, gestuales y escritas, indican que los estudiantes mejoran su comprensión de los patrones y su generalización mediante la codificación en Scratch. En particular, aquellas ligadas al patrón como repetición mediante el uso del comando repetir, y los patrones recurrentes tanto geométricas (con el uso del comando mover), como las numéricas (mediante la duplicación mediante el uso del comando clon y las progresiones aditivas).

Estos resultados aportan elementos significativos para el planteamiento de actividades de matemáticas interdisciplinarias que muestran una yuxtaposición de las asignaturas integradas. Así como una reciprocidad didáctica que fortalece la comprensión de situaciones problema. Esto concuerda con los postulados de Miller (2019), que establecen una relación significativa del uso de Scratch en el razonamiento matemático de estudiantes de educación básica.

Los resultados, además, reafirman también lo planteado por Vasco (2007) y Cabezas y Mendoza (2016), sobre la relación significativa que tienen las herramientas tecnológicas para el reconocimiento de los patrones, la variación y el planteamiento de generalizaciones. Además, la articulación de los elementos tecnológicos que involucran el desarrollo del pensamiento computacional en la clase de matemáticas

encamina los currículos al desarrollo de las habilidades del siglo XXI como el pensamiento crítico y sistémico desde la educación básica.

Por otra parte, las dificultades presentadas en la generalización de patrones de recurrencia numérico concuerdan con lo establecido por (Lüken, 2018) que afirma que la mayor dificultad asociada al pensamiento variacional en la educación básica primaria es la identificación del patrón o unidad repetitiva. Por eso se hace fundamental que los docentes cuando aborden este tipo de actividad propicien un espacio para que el estudiante disponga de las herramientas suficientes que sean un apoyo en este proceso.

Frente a los elementos semióticos expuestos por los estudiantes mientras realizaban procesos de modelación de patrones, estos son tan diversos y relacionados que el docente debe contar con una conceptualización previa. Su análisis es fundamental ya que puede servir para que el docente oriente la actividad en determinados momentos y potencie el razonamiento matemático.

CONCLUSIONES

El objetivo de esta investigación era el de aportar evidencia que permita comprender cómo el uso de recursos tecnológicos ligados al pensamiento computacional puede ampliar la objetivación (toma de conciencia) de patrones. La estrategia de intervención demostró que el empleo de una secuencia didáctica de actividades integradas de codificación y pensamiento variacional tiene un efecto significativo en la identificación y generalización de patrones en la educación básica primaria. Siendo el entorno de Scratch una herramienta que pueden usar tanto docentes y estudiantes de forma gratuita para potenciar sus habilidades de razonamiento variacional.

Se hace entonces necesario la formación de docentes de primaria en el uso de las herramientas tecnológicas como el programa Scratch y

en general de habilidades de pensamiento computacional como una herramienta para mejorar el logro de los aprendizajes ligados al razonamiento variacional. Siendo necesario proveer al estudiante herramientas que le permitan encontrar alternativas orientadas para aumentar la posibilidad objetivación y la generalización. Los docentes como agentes innovadores deben promover acciones encaminadas al desarrollo de procesos desde la vinculación del contexto, y que privilegie el desarrollo del razonamiento más que la consecución de resultados numéricos.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alsina, Á. (2020). Itinerario de enseñanza para el álgebra temprana. *Revista Chilena de Educación Matemática*, 12(1), 5-20. doi:<https://doi.org/10.46219/rechiem.v12i1.16>
- Arcavi, A. (2003). The role of visual representations in the learning of mathematics. *Educational Studies in Mathematics*, 215-241. doi:<https://doi.org/10.1023/A:1024312321077>
- Barrera, H. F. (2021). Resolución de Problemas, Pensamiento Numérico y Variacional en Básica Primaria: una Revisión. *Educación y ciencia*, 25. doi:<https://doi.org/10.19053/0120-7105.eyc.2021.25.e12594>
- Blanton, M. L., & Kaput, J. J. (2011). Functional Thinking as a Route Into Algebra in the Elementary Grades. *Springer, Berlin, Heidelberg*, 5–23.
- Bolaño, M., & Cuero, E. (2018). *Uso del software educativo Scratch como herramienta para el desarrollo del pensamiento variacional*. Santa Marta: Académica Española.

- Cabezas, C., & Mendoza, M. R. (2016). Emerging Manifestations of Variational Thinking in Beginning Calculus Students. *Formación universitaria*, 13-26. doi:<https://dx.doi.org/10.4067/S0718-50062016000600003>
- Díaz-Barriga, Á. (2013). Guía para la elaboración de una secuencia didáctica. *Comunidad de conocimiento UNAM*. Obtenido de http://www.setse.org.mx/ReformaEducativa/Rumbo%20a%20la%20Primera%20Evaluaci%C3%B3n/Factores%20de%20Evaluaci%C3%B3n/Pr%C3%A1ctica%20Profesional/Gu%C3%ADa-secuencias-didacticas_Angel%20D%C3%ADaz.pdf
- Doncel Gonzalez, K., Melo Niño, D., & Rodríguez-Hernandez, A. (2021). Modelamiento matemático: una experiencia STEM de apoyo al pensamiento variacional. En Varios, *Gestión del Conocimiento. Perspectiva Multidisciplinaria* (Vol. 36, págs. 347-373). Venezuela: Fondo Editorial Universitario de la Universidad Nacional Experimental “Jesús María Semprum”.
- García, M. y. (2011). Competencias Matemáticas Desarrolladas en Ambientes Virtuales de Aprendizaje: el Caso de MOODLE. *Competencias Matemática*, 31-42. doi:doi: 10.4067/S0718-50062011000300005
- Harel, I., & Papert, S. (1991). *Construccionismo*. New York: Ablex Publishing Corporation.
- Hernández, R., Fernández, C., & Baptista, M. (2014). *Metodología de la Investigación*. Mexico: Mac. Graw Hill .
- Isoda, M. (1996). The development of the language of function: An application of Van Hiele’s levels. 20th. *Conference of the International Group for the Psychology of Mathematics Education*, 3, págs. 105-112. Valencia- España.
- Lüken, M. M. (2018). Repeating Pattern Competencies in Three- to Five-Year Old Kindergartners: A Closer Look at Strategies. *Springer, Cham*, 35–53. doi:https://doi.org/10.1007/978-3-319-73432-3_3
- Mantilla, R., & Negre, F. (2021). Pensamiento computacional, una estrategia educativa en épocas de pandemia. *International Journal of Technology and Educational Innovation*, 89-106.
- Maury, E., Palmezano, G., & Cárcamo, S. (2012). Sistema de tareas para el desarrollo del pensamiento variacional de 5° de educación básica primaria. *Escenarios*, 7-16.
- MEN. (2006). *Estándares básicos de competencias en lenguaje. Formar en lenguaje: Apertura de caminos para la interlocución*. Obtenido de http://www.mineduacion.gov.co/1621/articles-116042_archivo_pdf1.pdf
- Miller, J. (2019). STEM education in the primary years to support mathematical thinking: using coding to identify mathematical structures and patterns. *ZDM - Mathematics Education*, 51, 915-927. doi:10.1007/s11858-019-01096-y
- Miranda, I., Radford, L., & Guzmán, J. (2007). Interpretación de gráficas cartesianas desde el punto de vista de la objetivación. *Educación Matemática*, 19(3), 5-30. Obtenido de <http://www.scielo.org.mx/pdf/ed/v19n3/1665-5826-ed-19-03-5.pdf>
- Mojica Vargas, J. (2013). Medios semióticos de objetivación y procesos. *Revista Científica*, 121 -125.

- Obando, G. (2015). *Sistema de prácticas matemáticas en relación con las razones, las proporciones y la proporcionalidad en los grados 3 y 4 de una institución educativa de Educación básica Primaria*. Cali: Tesis Doctoral. Universidad del Valle.
- OCDE . (2017). *Marco de Evaluación y de Análisis de PISA para el Desarrollo : Lectura, matemáticas y ciencias*. Paris : OECD Publishing.
- Partnership for 21st Century Skills. (2019). *Framework for 21st century learning*. Obtenido de <http://www.battelleforkids.org/networks/p21>
- Pulgarín, J. (2015). *Generalización de patrones geométricos. Proyecto de aula para desarrollar pensamiento variacional en estudiantes de 9 – 12 años*. Bogotá: Tesis de Maestría. Universidad Nacional de Colombia.
- Rojas, L. C. (2021). *Factores asociados a los resultados de la evaluación de habilidades en*. Bogotá: Tesis de maestría. Universidad de los Andes.
- Sáez, J. M., & Cózar, R. (2017). Pensamiento computacional y programación visual por bloques en la Educación Básica Primaria. *Educar*, vol. 53/1, 129-146.
- Torregrosa, G., & Quesada, H. (2007). Coordinación de procesos cognitivos en gemometría. *Revista Latinoamericana de Investigación en Matemática Educativa, RELIME*, 275-300. Obtenido de <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=33500205>
- Vasco, C. E. (2006). *Didáctica de las matemáticas*. Bogotá: Universidad Pedagógica Nacional.
- Vasco, C. E. (2007). El pensamiento variacional y la modelación matemática. *Anais eletrônicos do CIAEM–Conferência Interamericana de Educação Matemática*. Blumenau.
- Vergel Causado, R. (2014). *Formas de pensamiento algebraico temprano*. Bogotá: Doctorado tesis, Universidad Distrital Francisco José de Caldas.