



- **Educando para educar**
 - Año 22
 - Núm. 41
 - ISSN 2683-1953
 - Marzo-agosto 2021
 - educandoparaeducar@beceneslp.edu.mx
-

**Benemérita y Centenaria
Escuela Normal del Estado**

SCRATCH: LA PROGRAMACIÓN COMO DETONANTE DEL PENSAMIENTO MATEMÁTICO

SCRATCH: PROGRAMMING AS A TRIGGER FOR MATHEMATICAL THINKING

Fecha de recepción: 4 de julio de 2020.

Dictamen 1: 19 de septiembre de 2021.

Dictamen 2: 20 de septiembre de 2021.

Fecha de aceptación: 24 de septiembre de 2021.

César Clemente Barrera Meraz¹

Ana Silvia López Cruz²



Investigaciones

RESUMEN

El uso de las nuevas tecnologías como apoyo en los procesos de enseñanza y aprendizaje es uno de los retos que afrontan los profesores de educación básica. Los planes y programas de 2011 y 2017 para la educación básica en México enfatizan la importancia de considerar diversos recursos para potenciar el aprendizaje que vayan más allá del libro de texto y otros materiales impresos. El propósito de este artículo es presentar los resultados de una investigación cuantitativa que se realizó en busca del mejoramiento de las habilidades del pensamiento matemático, utilizando un lenguaje de programación visual denominado Scratch. El objetivo de esta fue examinar el impacto del programa en el desempeño académico de alumnos de quinto y sexto grados de una escuela primaria oficial en la ciudad de San Luis Potosí (México). Los resultados muestran mejoras en el desempeño académico de los alumnos en los grupos intervenidos por encima de los grupos de control.

Palabras clave: habilidades, matemáticas, desempeño académico, programas de computación.

ABSTRACT

The use of new technologies as support in the teaching and learning processes is one of the challenges faced by basic education teachers. The 2011 and 2017 plans and programs for basic education in Mexico emphasize the importance of considering various resources to enhance learning beyond textbooks and other printed materials. The purpose of this article is to present the results of a quantitative investigation that was carried out in search of the improvement of mathematical thinking skills, using a visual programming language called Scratch. The objective of this study was to examine the impact of the program on the academic performance of fifth and sixth grade students from an official elementary school in the city of San Luis Potosí (Mexico). The results show improvements in the academic performance of the students in the intervention groups over the control groups.

Keywords: skills, mathematics, academic performance, computer programs.



¹ Universidad Pedagógica Nacional Unidad 24. cbarrerameraz@hotmail.com

² Benemérita y Centenaria Escuela Normal del Estado. alopez@beceneslp.edu.mx

INTRODUCCIÓN

Desde la perspectiva de Barrera, el aula de medios es “un espacio en donde convergen las Tecnologías de la Información y la Comunicación para ser utilizadas como herramientas pedagógicas” (2004, cit. en Bernal, 2007, p. 35)

Aunque existen unos lineamientos generales acerca del uso del aula de medios, en la práctica se observa que dicho espacio es utilizado por muchos docentes para enseñar computación, más que como un apoyo para enriquecer el trabajo en las diferentes asignaturas. Al respecto, Kalman (2006) recupera algunos resultados de una investigación que realizó para conocer cuál es el uso que se da al aula de medios y la incorporación de las tecnologías de la información y la comunicación (TIC) en la práctica de docentes de secundaria: “Los maestros les enseñaron a sus alumnos aspectos básicos de computación y no de su asignatura utilizando tecnología, no es un hecho aislado, ya que varios maestros lo hacen (p. 19).

Hasta la fecha, en las aulas de medios, como se han denominado los espacios donde los alumnos de educación básica, en específico de primaria, tienen contacto con las nuevas tecnologías, los esfuerzos por “educar” en las TIC han sido “escopetazos”, es decir, esfuerzos aislados y asistemáticos, que difícilmente concentran logros comunes, que puedan ser comparados de una escuela a otra y tomar decisiones con respecto a las estrategias docentes más adecuadas para que se logre la utilización de las nuevas tecnologías como un apoyo del aprendizaje de los alumnos.

En este contexto, y con base en trece años de experiencia en este ámbito, se puede afirmar que cada responsable de las aulas de medios se esfuerza por crear de manera individual un programa de estudios que dé sentido pedagógico a las actividades que se realizan cuando los alumnos interactúan con las computadoras. Sin embargo, estos esfuerzos no llegan a cristalizarse en propuestas que puedan repercutir en el aprendizaje de los estudiantes en otras áreas del currículum, por lo que se continúa trabajando con un modelo en el que las TIC son consideradas como un contenido, y no como una herramienta que puede apoyar el aprendizaje.

Existen diversas propuestas relativas a las TIC y la forma en que pueden utilizarse para obtener el mayor provecho de estas. Una de ellas es la programación computacional como estrategia para detonar el pensamiento lógico matemático.

En diversas investigaciones (Vidal et al., 2015; Palma y Sarmiento, 2015) se ha explorado la relación entre los lenguajes de programación y el desarrollo del pensamiento matemático. Estas investigaciones coinciden en señalar los beneficios de estos recursos en el desarrollo de este tipo de pensamiento desde los niveles más básicos de educación.

Como uno de los principales exponentes de esta idea aparece el lenguaje de programación Scratch, desarrollado en el Instituto Tecnológico de Massachusetts, que “ayuda a los jóvenes a aprender a pensar de forma creativa, a razonar sistemáticamente, y a trabajar de forma colaborativa [...] habilidades esenciales para la vida en el siglo 21” (Scratch, <https://scratch.mit.edu>).

Para el Lifelong Kindergarten Group del MIT Media Lab, Scratch es un lenguaje de programación y una comunidad en línea donde los niños pueden programar y compartir medios interactivos como historias, juegos y animaciones con gente de todo el mundo. “Mientras los niños crean con Scratch, aprenden a pensar creativamente, trabajar en colaboración y razonar sistemáticamente” (Codysey, <https://www.codysey.mx>).

El origen del término scratch se encuentra en el campo de la ingeniería informática; significa reutilizar códigos, lo cual es una de las principales características de este lenguaje de programación, es decir, cualquier usuario puede usarlo en distintos proyectos, descargar proyectos de internet y adaptarlos a sus propias necesidades.

Básicamente, este programa permite a los alumnos pensar de forma sistemática, es decir, crear secuencias lógicas que irán siguiendo y repitiendo a medida que lo usan. También provoca la reflexión y el análisis de sus propios procesos creativos. Este lenguaje de programación mezcla sonido, imágenes y movimiento de forma lúdica, donde, por medio de comandos organizados en bloques, agrupados estos a su vez por su función, pueden ser apilados con facilidad para formar secuencias de órdenes o, como se mencionó, “comandos” que de un modo lógico van ejecutando los personajes predeterminados incluidos en Scratch o los que los usuarios pueden inventar, con lo cual van creando animaciones, juegos e historias interactivas.

Es así que los alumnos tienen la necesidad de programar, por ejemplo, los

movimientos de un personaje, es decir, deben detenerse a pensar en el orden lógico de una secuencia de acciones que lleven a un objeto a simular movimientos. Entonces, necesitan tener muy claro qué pasa al comenzar, estipular acciones condicionadas por otro evento —como “si toca el borde, gira”— y determinar lo que ocurre después. En este repositorio de órdenes pueden también crear grupos de acciones que se ejecuten de modo cíclico.

Todo lo anterior lleva a suponer que, al tiempo que el alumno va creando las animaciones o los juegos, fortalece la sistematización del pensamiento lógico matemático. Además, dicha creación va creando el espacio para el desarrollo del pensamiento crítico, dado que es necesario el estudio y la reflexión reiterada sobre las acciones que debe ejecutar en el programa, tratando de darles sentido cronológico. En otras palabras, el alumno debe pensar acerca de la forma en que razonó y la lógica de sus acciones.

Scratch y la Generación Z

Según Cerezo (2016), en la actualidad resulta arriesgado hablar de generaciones debido a la complejidad de las sociedades líquidas en las que vivimos, en las que las fronteras espacio-temporales, así como las diferencias generacionales, se desdibujan cada vez más. Aquí es conveniente mencionar que el concepto de sociedades líquidas al que alude el citado autor procede de la teoría de la modernidad líquida acuñada por Bauman (2003), en la cual define el estado fluido y volátil de la sociedad actual, en la que prevalece la incertidumbre y vertiginosos cambios que han debilitado los vínculos humanos.

Cerezo (2016) refiere que, para fines de estudio, es inevitable intentar hacer una mínima segmentación intergeneracional. En consecuencia, esboza las características de la Generación Z:

Para entender las características que les configuran como generación, no podemos obviar que nacen ya en un mundo globalizado en el que las tecnologías digitales determinan su comportamiento. Más que una generación cuya identidad se define por la edad, está enmarcada en lo que probablemente es el cambio más importante: la llegada de internet y la digitalización que ha transformado irreversiblemente la forma en la que se comunican y relacionan (p. 4).

Este tipo de desarrollos computacionales (como Scratch) resulta altamente gratificante para la Generación Z, es decir, las personas consideradas como nativas digitales, que nacieron de 1995 a 2012 aproximadamente, porque brindan retroalimentación inmediata, y ese es un rasgo intrínseco a esta generación.

Además, en nuestra experiencia, hemos observado que es complicado para ellos mantener la atención en una sola actividad; por el contrario, son multitareas, es decir, prefieren, por ejemplo, al mismo tiempo mantener una conversación por chat, oír música, hacer la tarea mientras ven un programa de televisión. A los adultos, en general, les resulta casi imposible concentrarse con múltiples distractores, pero a esta generación parece no importarles, es más, convive armoniosamente con todo ello.

La comunicación es otro factor predominante para los miembros de la Generación Z. Al parecer, el contacto permanente con lo que sucede en su contexto y en el mundo les es indispensable; la conectividad entre dispositivos electrónicos les permite crear comunidades y redes sociales en las que son pequeños expertos y entre las que se desenvuelven con naturalidad.

En este tenor, la colaboración surge de esta interconectividad. Scratch brinda a los estudiantes la oportunidad de crear en comunidad. La colaboración forma parte importante del proceso: pensar una idea, llevarla a la práctica, observar cómo funciona, experimentar, corregir errores, enriquecer la idea, mejorarla, obtener críticas y sugerencias, analizar, corregir y rediseñar. Todo se convierte en un sistema cíclico de creación, en el que muchos pueden colaborar y entre todos conseguir incrementar lúdicamente las habilidades de tipo crítico y del pensamiento matemático.

Sin embargo, las habilidades que manifiesta la Generación Z no se traducen de inmediato en competencias. Es ahí donde el docente debe adecuar la currícula para encaminar los esfuerzos de los estudiantes hacia la consecución de dichos propósitos. Herramientas como esta son apoyos pertinentes para alcanzar el dominio de distintas habilidades y competencias.

En la categorización hecha por Scardamalia et al. (2010, p. 15), "se agrupan las habilidades del pensamiento en cuatro relevantes: creatividad e innovación, pensamiento crítico, resolución de problemas y aprender a aprender (metacognición)". Por lo que, cuando se habla de las habilidades que Scratch favorece, se puede decir que la creación de animaciones o juegos provoca en el alumno la expresión artística utilizando esta clase de herramientas digitales, fomenta la producción de nuevas ideas y hace posible que ingenie soluciones alternativas e innovadoras para un mismo problema.

En paralelo, le permite participar en otros proyectos promoviendo la producción colaborativa desde una óptica crítica. Al poder observar en el trabajo de un compañero la forma en que los bloques y módulos de órdenes o controles se organizan para realizar tal o cual función en una animación o juego de Scratch, el alumno puede crear alternativas en las que su imaginación sea puesta en acción, y recibe de inmediato retroalimentación al "correr" el programa. Entre las ventajas de este programa se encuentran las siguientes:

Dado que los programas Scratch están contruidos con bloques gráficos, el código de programación es más fácil de leer y compartir que otros lenguajes de programación. Los objetos visuales y el código modular son compatibles con la colaboración, permitiendo a los estudiantes trabajar juntos en proyectos e intercambiar objetos y códigos (Alison, s/f).

De este modo, el estudiante es capaz de analizar la propia creación, reflexionar en ella y, por ende, en la manera en que su pensamiento funciona: aprender a aprender.

Desempeño académico

La variable principal que se pretendía favorecer con el uso de Scratch es el desempeño académico. Este se define como un “nivel de conocimientos demostrado en un área o materia comparado con la norma de edad y nivel académico” (Jiménez, 2000, cit. en Navarro, 2003, p. 2). En el contexto de esta investigación, esta variable se consideró a partir de los resultados obtenidos por los estudiantes en los exámenes de la materia de matemáticas. No obstante, coincidimos con Navarro (2003, pp. 2-3) en que el rendimiento del alumno no puede observarse a través de “la simple medición y/o evaluación de los rendimientos” que presenta en determinado momento y asignatura, por lo que es necesario tomar en cuenta otros elementos en juego como los factores familiares, emocionales, de género, etcétera.

Pensamiento matemático y Scratch

Una de las cuatro prioridades del Sistema Básico de Mejora en Educación Básica es el mejoramiento de los aprendizajes, en el que las habilidades matemáticas ocupan un papel preponderante. Dichas habilidades se incluyen también en uno de los tres grupos de competencias clave propuestas por la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OCDE) en el Proyecto de Definición y Selección de Competencias (DeSeCo), cuya finalidad es definir una plataforma base de conocimientos, habilidades, valores y actitudes que los estudiantes deben desarrollar como mínimo para estar en capacidad de insertarse con éxito en las llamadas sociedades del conocimiento. La relevancia de las matemáticas en los contextos internacional y nacional es indudable; sin embargo, en México aún persisten las bajas puntuaciones en esta materia, tal como lo revelan los resultados de las pruebas ENLACE (Evaluación Nacional de Logros Académicos en Centros Escolares) y PISA (Programme for International Student Assessment).

Ante los desafíos de las sociedades del conocimiento y la llamada era digital, las formas de aprendizaje y la interacción de los alumnos se han modificado sustancialmente, y las demandas sociales van en aumento. Específicamente en el

área de las matemáticas se requiere que los alumnos desarrollen habilidades de pensamiento crítico y creativo, así como de resolución de problemas, por lo que la escuela está obligada a modificar también sus metodologías de enseñanza.

Moret (2006) señala que existen diversas corrientes de investigación que han enfocado sus esfuerzos en la exploración y la experimentación de nuevas tecnologías que favorecen el desarrollo del pensamiento matemático.

Sobre esta base ha emergido una corriente indagativa dentro de la educación matemática que hace énfasis en el uso, la experimentación y evaluación de nuevas tecnologías como herramientas educativas y los investigadores alineados a esta idea han estado produciendo resultados preliminares de las implicaciones cognitivas, afectivas, psicomotrices y emocionales derivadas de la introducción de nuevas tecnologías en la enseñanza de la matemática (NCTM, 1989; Senk y Thompson, 2003, citados en Moret, 2006).

A raíz de dichas investigaciones, se ha establecido que la tecnología digital gráfica favorece el desarrollo de habilidades matemáticas como la inteligencia geométrico-espacial, la abstracción y la representación icónica, la simbolización y la formalización matemática mediante hojas de cálculo electrónicas.

Los investigadores en esta área coinciden en que este tipo de tecnología, en la cual está incluido el programa Scratch, tiene el potencial para reescribir las concepciones acerca de la enseñanza y el aprendizaje de la matemática construyendo un nuevo lenguaje, nuevos símbolos y nuevos procedimientos que por su versatilidad podrían responder de manera más eficiente a las características de los nuevos estudiantes.

METODOLOGÍA

La investigación se llevó a cabo desde un enfoque cuantitativo, con un diseño cuasiexperimental con grupo de control. Durante tres meses se monitorearon los resultados en los exámenes de matemáticas de los alumnos intervenidos para comparar sus respuestas. Dado que la medición de los aciertos en las pruebas periódicas fue el único parámetro, las consecuencias de utilizar este lenguaje de programación se calcularon cuantitativamente.

Para este efecto, cada grupo se dividió al 50 por ciento de su población para formar dos subgrupos: uno intervenido y otro de control. Se consideró la exclusión de cualquier factor que influyera en los resultados; por ello, los maestros serían los mismos para cada grupo y se precisó que tanto la técnica, la dinámica o las estrategias, incluso el estilo pedagógico o didáctico de los docentes involucrados quedaran fuera de cualquier desviación en el rendimiento académico, ya fuera positiva o negativa. En el mismo tenor, los exámenes periódicos fueron diseñados por ellos mismos.

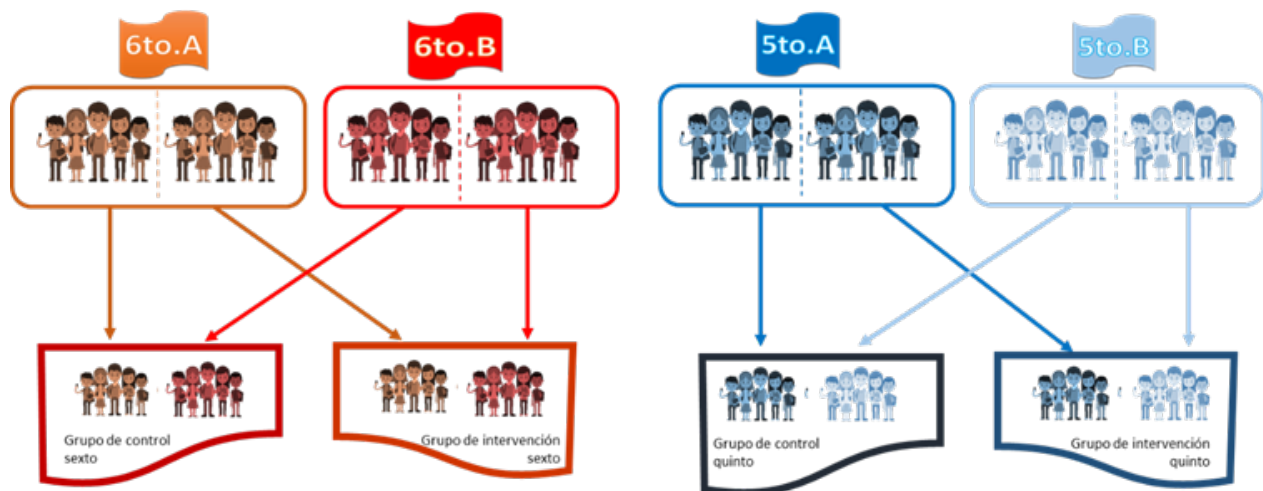
Previamente se presentó el proyecto a la comunidad escolar, en específico a los profesores de quinto y sexto grados, así como a los directivos y las maestras de la materia de lengua extranjera (inglés). Se les explicó el lenguaje de programación Scratch, en qué consiste, el funcionamiento de este, las creaciones y los potenciales logros en el aprovechamiento escolar de los alumnos. En dicha presentación se acordó implementar la intervención a partir de la primera semana de septiembre a la segunda de diciembre de 2018. Y quedó definida la cooperación de las profesoras de inglés para permanecer con los grupos de control mientras se impartía la clase con los grupos intervenidos, y viceversa.

Organización

Para la puesta en práctica de Scratch en la Escuela Primaria Tlacaélel, se eligieron los grupos A y B del sexto grado y A y B del quinto grado. Asimismo, con la finalidad de medir el impacto de Scratch en el aprovechamiento escolar de los alumnos y su capacidad para resolver problemas matemáticos, se determinó dar un tratamiento diferenciado dividiendo cada grupo en dos subgrupos: los correspondientes al sexto grado se denominaron 6to.A-control y 6to.A-intervenido, 6to.B-control y 6to.B-intervenido; en el caso del quinto grado los subgrupos se denominaron 5to.A-control y 5to.A-intervenido, 5to.B-control y 5to.B-intervenido.

Una vez formados ocho subgrupos, se creó un nuevo grupo, al que se nombró “grupo de control de sexto grado o GC6”, compuesto por uno de los subgrupos de sexto A y uno de sexto B. Mientras que los otros dos subgrupos de sexto integraron el “grupo de intervención de sexto grado o GI6”. De la misma manera, los cuatro subgrupos del quinto grado se dividieron en dos, un “grupo de control de quinto grado” y “grupo de intervención de quinto grado”, que en lo sucesivo los referiremos como “GC5” y “GI5” respectivamente (véase la figura 1).

Figura 1. Diseño de la investigación



EVALUACIÓN

Para medir el impacto de Scratch en el desempeño académico de los alumnos, en específico en matemáticas, se buscó disminuir en lo posible las amenazas a la validez interna de la investigación. Al respecto, Tejedor (2018) menciona lo siguiente:

Pueden cifrarse en ocho las variables o factores que han de ser objeto de control por su incidencia en la validez interna de un diseño:

- a.1. Historia: Acontecimientos ocurridos durante las diferentes mediciones.
- a.2. Maduración: Evolución de los procesos internos de los participantes por el mero paso del tiempo (edad, hambre, cansancio...).
- a.3. Administración de test (en términos generales, presentación de estímulos), cuya mera aplicación puede modificar los resultados de aplicaciones posteriores.
- a.4. Instrumentación: Los cambios en los instrumentos de medición o en los observadores o calificadores participantes pueden producir variaciones en las mediciones.
- a.5. Regresión estadística: Opera allí donde se han seleccionado los grupos sobre la base de puntajes extremos.
- a.6. Sesgos: Resultantes de una selección diferencial de participantes para los grupos de comparación.
- a.7. Mortalidad experimental: Pérdida de participantes en los grupos de comparación.
- a.8. Interacción entre la selección y la maduración (p. 16).

Para tal efecto, se consideraron aquellas variables que podrían afectar los resultados, tales como ¿quién impartía las clases de matemáticas?, el estilo de enseñanza, los contenidos, las estrategias y los ejercicios. También se descartaron como variables los exámenes porque serían redactados por los maestros de grupo. La única variable sería, entonces, que medio grupo recibiría clases con Scratch y el otro medio grupo clases convencionales ajenas al lenguaje de programación. Así que se registró solo la cantidad de aciertos contra la cantidad de reactivos por examen, suponiendo que la mitad del grupo que participaría en los GI6 y GI5 obtendría una mayor calificación.

RESULTADOS

Para analizar los resultados se utilizaron algunas referencias y medidas, tal como se muestra en el cuadro 1. Las calificaciones se obtuvieron dividiendo el número de aciertos entre el número de reactivos únicamente de los exámenes de matemáticas. El índice de desempeño en matemáticas (IDM) se obtiene de la división del resultado del último examen entre el anterior, menos la unidad, y se muestra en porcentaje para indicar si existió un avance o retroceso en este. Se realizó de esta manera para medir el desempeño por cada alumno respecto a sí mismo y luego se promedió el subgrupo completo.

Cuadro 1. Concentrado de resultados

		Diagnóstico de matemáticas	Resultados del examen matemáticas del primer trimestre	Resultados del examen de matemáticas del segundo trimestre	IDM primer trimestre	IDM segundo trimestre
5A	Promedio gpo. control	1.92	4.86		154%	
5A	Promedio gpo. intervenido	2.00	4.64		132%	
5B	Promedio gpo. control	5.65	3.15		-44%	
5B	Promedio gpo. intervenido	3.94	3.83		-3%	
6A	Promedio gpo. control	4.24	6.45	7.13	52%	10%
6A	Promedio gpo. intervenido	3.00	5.45	6.08	82%	12%
6B	Promedio gpo. control	3.30	4.77	1.44	44%	-70%
6B	Promedio gpo. intervenido	4.25	5.50	1.29	29%	-76%

Interpretación de los resultados

Visiblemente, los grupos 5A y 6B muestran un incremento en las calificaciones de la evaluación del primer trimestre con respecto al diagnóstico. Sin embargo, al medir en los subgrupos el índice de desempeño en matemáticas (IDM) el resultado es inferior en los grupos intervenidos vs. los de control. En otras palabras, en promedio, los alumnos del subgrupo de control mejoraron más su rendimiento académico que los alumnos de los subgrupos intervenidos entre el examen del primer trimestre y el diagnóstico.

En los grupos 5B y 6A, el desempeño muestra niveles sustancialmente elevados, si bien los resultados en los exámenes en 5B revelan una baja generalizada en la cantidad de aciertos entre los reactivos y las calificaciones. Es decir, aunque

los subgrupos manifestaron un decremento en las calificaciones, los alumnos intervenidos casi no bajaron su rendimiento, por lo que se mantuvieron sin una diferencia significativa.

Por último, el grupo 6A en especial arroja mejores calificaciones en el subgrupo de control comparado con el subgrupo intervenido, pero lo que aquí se midió fue el desempeño de los alumnos contra sí mismos, y en ese sentido la mejora en el rendimiento académico la manifiestan los intervenidos.

CONCLUSIONES

En el corto tiempo en que fue realizada esta intervención, y pese a que surgieron limitaciones y factores no previstos, se notan resultados que favorecen la continuidad de este trabajo. A la fecha de la terminación de la investigación se estaban preparando los resultados del segundo trimestre. Aunque el proyecto fue interrumpido, dichos resultados podrían dar nueva luz sobre la efectividad de Scratch como detonante de habilidades del pensamiento relacionadas con la criticidad y el pensamiento matemático. Se invita a otros investigadores y profesores responsables de aula de medios a considerar este trabajo para llevarlo a cabo en sus aulas.

Es notorio que el proyecto no ha sido concluido y que se necesita de un esfuerzo conjunto de los directivos, maestros de grupo, maestros de apoyo y los responsables de aulas de medios. Existen factores que deben tomarse en cuenta que obviamente quedaron excluidos en este trabajo, tales como los tiempos y la programación de las clases de otros maestros y la motivación intrínseca y extrínseca de los alumnos, circunstancias que quizás cambien el cauce de esta investigación. Aun así, los autores estamos convencidos de los alcances de Scratch en la forma de aprender, pensar y metaconocer de los alumnos.

BIBLIOGRAFÍA

- Alison (s/f). Módulo 1: Introducción a Scratch. <https://alison.com/es/tema/aprender/34398/siglo-xxi-habilidades-de-aprendizaje>
- Bauman, Z. (2003). *Modernidad líquida*. Fondo de Cultura Económica.
- Bernal, J. (2007). El aula de medios como recurso para apoyar la enseñanza y aprendizaje de las matemáticas en la educación primaria. Un estudio de caso (Tesis de licenciatura, Universidad Pedagógica Nacional Unidad Ajusco). Digital Académico Ajusco UPN. <http://200.23.113.51/pdf/24798.pdf>
- Cerezo, J. (2016). La Generación Z y la información. *Revista de Estudios de Juventud*, 16(114), 95-109. http://www.injuve.es/sites/default/files/2017/28/publicaciones/documentos_7_la_generacion_z_y_la_informacion.pdf
- Kalman, J., y De la Garza, Y. (2006). *Incorporación de la tecnología de la información y la comunicación a la práctica docente en la educación secundaria*. Instituto Latinoamericano de Comunicación Educativa, Centro de Investigación y de Estudios Avanzados del Instituto Politécnico Nacional.
- Navarro, R. (2003). El rendimiento académico: concepto, investigación y desarrollo. *REICE. Revista Iberoamericana sobre Calidad, Eficacia y Cambio en Educación*, 1(2). <https://www.redalyc.org/pdf/551/55110208.pdf>
- Orozco-Moreo, C., y Labrador, M. E. (2006). La tecnología digital en educación: implicaciones en el desarrollo del pensamiento matemático del estudiante. *Theoria. Ciencia, Arte y Humanidades*, 15(2), 81-89. <https://www.redalyc.org/pdf/299/29915209.pdf>
- Palma, C. A., y Sarmiento, R. E. (2015). Estado del arte sobre experiencias de enseñanza de programación a niños y jóvenes para el mejoramiento de las competencias matemáticas en primaria. *Revista Mexicana de Investigación Educativa*, 20(65), 607-641. <http://www.scielo.org.mx/pdf/rmie/v20n65/v20n65a13.pdf>
- Scardamalia, M.; Bransford, J.; Kozma, B., y Quellmalz, E. (2010). New Assessment and Environments for Knowledge Building. En P. Griffin, B. McGaw y E. Care (eds.), *Assessment and Teaching of 21st Century Skills* (pp. 231-300). Springer. https://doi.org/10.1007/978-94-007-2324-5_5
- Tejedor, F. J. (2018). Validez interna y externa en los diseños experimentales. *Revista Española de Pedagogía*, 151(enero-marzo), 15-39. <https://revistadepedagogia.org/wp-content/uploads/2018/04/2-Validez-Interna-y-Externa.pdf>
- Vidal, C.; Cabezas, C.; Parra, J., y López, L. (2015). Experiencias prácticas con el uso del lenguaje de programación Scratch para desarrollar el pensamiento algorítmico de estudiantes en Chile. *Revista Formación Universitaria*, 8(4), 23-32. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=373544191001>