

## Mejorando la enseñanza de la matemática a través de la robótica Improving the teaching of mathematics through robotics

Joseph González<sup>1</sup>, Itza Morales<sup>1</sup>, Lilia Muñoz<sup>1\*</sup>, Mel Nielsen<sup>1</sup>, Vladimir Villarreal<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Universidad Tecnológica de Panamá, Panamá

\*Autor de correspondencia: lilia.munoz@utp.ac.pa

---

**RESUMEN**– En nuestro día a día, la tecnología y la robótica están cada vez más presentes. Actualmente, las Tecnologías de Información y Comunicación (TIC) están sufriendo un desarrollo vertiginoso, esto está afectando prácticamente a todos los campos de nuestra sociedad y la educación no es una excepción. Por su parte, la incorporación de la robótica en el aula de clases busca promover experiencias de aprendizaje donde los estudiantes adquieran y desarrollen habilidades para resolver problemas concretos, que les permitan adquirir nuevos conocimientos y dar respuestas al entorno cambiante del mundo actual. En este artículo se presentan los avances del desarrollo de un proyecto donde se implementa la robótica para la enseñanza de las matemáticas en estudiantes de preescolar y primer grado, para ellos se seleccionaron tres escuelas públicas y se desarrollaron una serie de actividades lúdicas, utilizando herramientas robóticas de bajo costo.

**Palabras clave**– Robótica educativa; matemática; educación primaria; enseñanza.

**ABSTRACT**– In our day to day, technology and robotics are increasingly present. Currently, Information and Communication Technologies (ICT) are undergoing a vertiginous development, this is affecting practically all fields of our society and education is no exception. For its part, the incorporation of robotics in the classroom aims to promote learning experiences where students acquire and develop skills to solve specific problems, which allow them to acquire new knowledge and give answers to the changing environment of today's world. This article presents the progress of the development of a project where robotics is implemented for the teaching of mathematics in preschool and first grade students, for them three public schools were selected and a series of recreational activities were developed, using robotic tools low cost.

**Keywords**– Educational robotics; mathematics; primary education; teaching-learning

---

### 1. Introducción

Las características de la sociedad actual y las que se vislumbran para los próximos años impactan sustancialmente la estructuración de los procesos educativos en todos los niveles y con ello surgen nuevas formas de concebir el trabajo que día a día realizan los docentes. La complejidad de nuevos retos conduce a transformar el papel de alumnos y profesores, así como de los materiales de apoyo a su labor, como es el caso de los currículos escolares y los libros de texto empleados. En este contexto, las matemáticas no escapan de esta realidad.

Por su parte, las Tecnologías de Información y Comunicación (TIC) y la robótica ha hecho grandes aportes en la dinamización de los métodos de enseñanza aplicados a los estudiantes, sin embargo, algunos expertos opinan que el ritmo al que se transforman estas actividades educativas podría mejorar, como puede

evidenciarse en lo que Carlos Magro [1] expresa: «El cambio de la educación a través de la tecnología es aún una asignatura pendiente». La tecnología digital se ha vuelto un agregado a la educación y no una prioridad dado que en muchos centros educativos no se implementa la tecnología por factores geográficos, económicos o políticos que interfieren en su adquisición y accesibilidad.

El proceso de implementación de las TIC en la educación no solo involucra su utilización, sino que el alumno se eduque sobre su funcionamiento, posibilidades de modificación y creación de una nueva herramienta a partir de principios y conceptos básicos. Para hacer esto posible es necesario generar proyectos de innovación tecnológica que beneficien a los estudiantes. Una de las herramientas utilizadas en la educación es la robótica educativa, pero ¿qué es la robótica? Esta no es más que la encargada de estudiar el diseño y construcción de máquinas o equipos capaces de desempeñar tareas

específicas [2]. Es en este escenario que se desarrolla este proyecto, el cual tiene como objetivo general diseñar, desarrollar e implementar recursos innovadores para la mejora del proceso enseñanza de las matemáticas; dirigido tanto a estudiantes como a docentes de escuelas primarias, utilizando robots educativos programables, como elemento robótico de bajo costo.

Se tomará como punto de referencia estudiantes de primer grado y preescolar, integrando actividades educativas que permitirán por un lado el logro de objetivos curriculares en el área de matemáticas, así como el desarrollo de las habilidades y competencias digitales descritas anteriormente, incluyendo en el proceso herramientas de tecnología orientadas a la programación de robots educativos. Para ello, se han seleccionado tres escuelas públicas de la provincia de Chiriquí, República de Panamá. Una de las escuelas es escuela multigrado de área rural, las otras dos pertenecen al área urbana.

El artículo está estructurado de la siguiente manera: en la sección II se presenta un panorama de la robótica en la enseñanza. La sección III muestra los métodos y materiales utilizados. Mientras que la sección IV se presentan algunos resultados. Finalmente, la sección V describe algunas conclusiones y trabajo futuro.

## 2. Robótica en la enseñanza

La robótica en la educación se ha venido implementando en diferentes países de Europa y América como mencionan [3,4,5,6,7], entre otros, haciendo cada vez más popular el uso de la robótica educativa dentro y fuera de los planes curriculares de diferentes centros educativos alrededor del mundo.

A través de los robots educativos, se permite a los estudiantes introducirse a este nuevo mundo tecnológico y, además, son una de las mejores herramientas didácticas para la enseñanza de las disciplinas académicas STEM (*Science, Technology, Engineering and Mathematics*) (Ciencia, Tecnología, Ingeniería y Matemáticas). En este sentido, diferentes investigadores han puesto de manifiesto que la interacción de los estudiantes con robots educativos programables, como es el caso del *Bee Bot* en contextos educativos apropiados, han promovido la adquisición de conceptos matemáticos y geométricos de manera significativa [8,9,10], así como la obtención de diversos logros adquiridos por los estudiantes mediante la experimentación con el *Bee Bot* y la aplicación de

diferentes estrategias para descubrir sus funciones y características [8,9,10,11].

El aprendizaje de las matemáticas supone, junto a la lectura y la escritura, uno de los aprendizajes fundamentales de la educación elemental, dado el carácter instrumental de estos contenidos. De ahí que entender las dificultades en el aprendizaje de las matemáticas se haya convertido en una preocupación manifiesta de buena parte de los profesionales dedicados al mundo de la educación, especialmente si consideramos el alto porcentaje de fracaso que presentan en estos contenidos los estudiantes que terminan la escolaridad obligatoria. En este escenario, el aprendizaje de esta materia conlleva procesos complejos que requieren de una gran diversidad de metodologías para lograr la máxima eficacia posible. El uso de las TIC y la robótica educativa se adapta especialmente bien a esta materia: la utilización de imágenes, gráficas, hojas de cálculo, etc. en calculadoras y computadoras permite avanzar con suma rapidez y, lo más importante, comprender y retener la información necesaria. Asimismo, estas herramientas abren la posibilidad de crear nuevos ambientes de aprendizaje y, por tanto, de desarrollar nuevas metodologías que permitan aprovechar al máximo los recursos de los que se dispone.

El contexto de trabajo que abordará el desarrollo de este proyecto es la matemática en etapas iniciales. Utilizando para ello, la gamificación a través de robots educativos, con el objetivo de fortalecer las habilidades lógico-matemáticas en etapas tempranas.

## 3. Métodos y materiales

El proyecto desarrollará un conjunto de recursos innovadores para los docentes y estudiantes de primer grado y preescolar de escuelas primarias públicas, que permitan mejorar el proceso enseñanza de las matemáticas; utilizando robots educativos programables como elemento robótico de bajo costo. A continuación, se describen los métodos y materiales que se utilizarán.

### 3.1 Métodos

El proyecto contempla dos etapas, la primera con una base teórica, la cual contempla realizar una revisión sistemática de la literatura del tema en estudio. Además, se desarrollará en esta etapa un conjunto de actividades lúdicas organizadas en guías didácticas para docentes y estudiantes. Éstas irán acompañadas de un conjunto de rúbricas, listas de verificación y cuestionarios que

permitirán recolectar los resultados. En la segunda etapa es de tipo experimental a través de jornadas de formación a los docentes y estudiantes que participen, basadas en el área de matemáticas; todo esto con el soporte de herramientas de programación y robótica educativa adecuadas al nivel educativo.

### 3.2 Materiales

Como herramienta para las actividades de robótica educativa programable se utilizará el Kit Bee-bot [11], el cual es un material educativo diseñado para desarrollar las capacidades elementales de la programación y el pensamiento computacional, como lo son: ubicación espacial y cognición, motricidad y percepción, lógica y estrategia. Estos robots realizan movimientos en ángulos de 90o, y deben programarse para seguir una secuencia coherente sobre cada tapete. Por lo que, con una programación adecuada, la abeja robot podrá encontrar las respuestas a una sumatoria por dar un ejemplo, cada vez que se detiene en un espacio, según sea el tapete que se utilice con el Kit. Además, se utilizarán computadoras para el desarrollo de las actividades en el aula de clases y dispositivos móviles como Tablet para realizar las pruebas.

Para el desarrollo del proyecto se realizaron reuniones con autoridades y directivos del Ministerio de Educación (MEDUCA), con la finalidad de presentar el proyecto y a la vez obtener los permisos de entrada a las escuelas donde se ejecutará el mismo. Además, se obtuvieron los contenidos curriculares de matemáticas tanto para primer grado como para kínder.

### 4. Resultados

Actualmente el proyecto se encuentra en fase de desarrollo. Sin embargo, se han obtenido algunos resultados que se mencionan a continuación.

- Se cuenta con la aprobación de tres (3) escuelas de diferentes localidades, dos de ellas de áreas rurales y una de zona urbana. Una de las escuelas es multigrado.
- Se tendrá una población de 250 niños, de los cuales se han seleccionado como muestra 150 para el desarrollo del proyecto.
- Se trabajará con niños de preescolar y primer grado.
- Para la ejecución de las actividades se ha desarrollado un esquema que se presenta en la tabla 1.

**Tabla 1.** Esquema de la actividad

<b>Nombre de la Actividad:</b> Aprendiendo Números del 1 al 12 con Bee-Bot	
<b>Objetivos</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Identificar y memorizar los números con ayuda de «Bee-Bot».</li> <li>• Relacionar la cantidad de objetos con el número para mejor comprensión.</li> <li>• Agilizar su capacidad lógica para que «Bee-Bot» realice el recorrido hasta el número indicado por el docente.</li> </ul>
<b>Materiales necesarios</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Tapete o plantilla de números -Dimensión: 80x80 cm</li> <li>• Bee-Bot</li> </ul>
<b>Edad recomendada</b>	4 – 6 años
<b>Duración</b>	15 – 30 minutos
<b>Competencias que trabajan</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Desarrollo del pensamiento lógico, de comunicación y colaboración.</li> <li>• Matemáticas</li> <li>• Aprender a aprender</li> <li>• Concepto básico de desplazamiento o trayectoria y proximidad del número a encontrar.</li> <li>• Relaciones espaciales (derecha, izquierda, avanzar, retroceder).</li> </ul>
<b>Desarrollo de la actividad</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Agrupar cada 3 alumnos o individual para que desarrollen las habilidades de colaboración y comunicación.</li> <li>2. Colocar el tapete o plantillas en el suelo y explicarles cómo deben realizar la actividad del recorrido con los números y su relación con la cantidad de objetos.</li> <li>3. Entregarle el «Bee-Bot» a los estudiantes para que comiencen a realizar el recorrido, cada vez que este llega a su posición final, explicarle al alumno la relación entre objeto y número y de esta forma memoricen más fácilmente los números del 0 al 10.</li> <li>4. Al finalizar el recorrido, los «Bee-Bot» deben regresar a su punto de origen/comienzo o al objeto sorpresa de la flor con la miel de acuerdo a la posición más cercana de donde se encuentre el «Bee-Bot».</li> </ol>

<b>Actividades complementarias</b>	Hacer 2 equipos de 5 estudiantes donde seleccionen 3 colores iguales y realicen el recorrido más rápido, mencionando al finalizar el orden ascendente de los números con el color seleccionado.
------------------------------------	---

- Se han adquirido los equipos que se utilizarán en las escuelas, como se puede apreciar en la figura 1.



Figura 1. Kit Bee Bot para el desarrollo del proyecto



Figura 2. Tapete para aprender a contar para niños de preescolar

- Se han desarrollado algunos tapetes orientados al desarrollo de las primeras actividades. Se puede apreciar en la figura 2, uno con el cual se busca familiarizar a los niños de preescolar con los números

del uno a doce; para ello se han utilizado imágenes que pueden llamar la atención de los niños.

Un aspecto importante que se tomó en cuenta para el desarrollo exitoso del proyecto fue la capacitación de los docentes que participaron en el proyecto. En la figura 3 se puede apreciar parte de la capacitación a los docentes, donde se les está instruyendo en la creación de tapetes. También se les capacitó en el funcionamiento de Bee Bot como se puede visualizar en la figura 4.



Figura 3. Taller práctico de la elaboración de tapetes.



Figura 4. Taller práctico de la utilización de Bee Bot.

Dentro de las actividades del proyecto se dio la capacitación a los niños. En la figura 5 se muestra la aplicación de algunas de las actividades en un grupo por cada nivel (kínder y primer grado) para cada una de las 3 escuelas: Lassonde, La Pita y Leopoldina Field, desarrolladas durante la segunda etapa del proyecto en la que los estudiantes realizaron los retos que se les indicaba, trabajando en equipo y comprendiendo mejor la secuencia de programación con que debían darles las instrucciones al Bee-Bot.

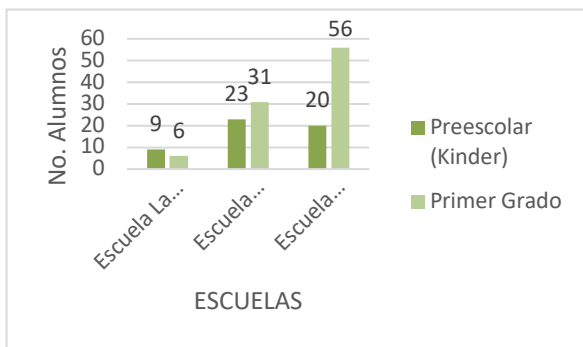




**Figura 5.** Taller práctico de la utilización de Bee Bot a estudiantes.

Luego del desarrollo de un conjunto de actividades en cada una de las escuelas participantes del proyecto se procedió a hacer un análisis de los resultados.

En la figura 6 se pueden apreciar cuantos estudiantes participaron por escuela por nivel académico en el pre-test.



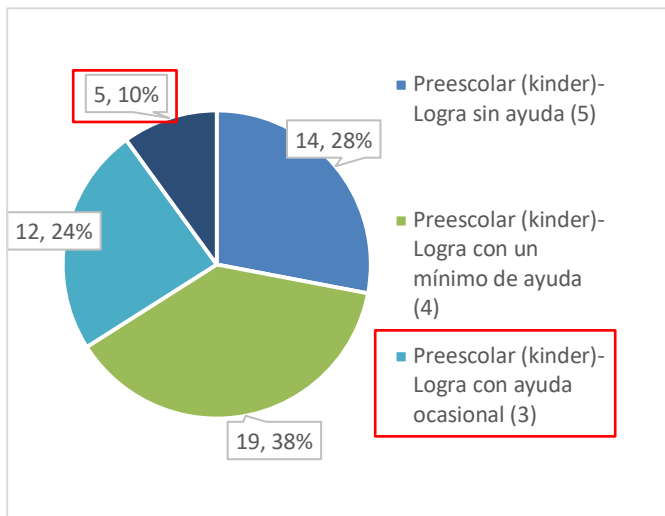
**Figura 6.** Cantidad de estudiantes que participaron en el pre-test

La tabla 2 se muestran los resultados en cuanto a la cantidad de estudiantes que obtuvieron menor puntuación en el pre-test. Un alumno de la escuela La Pita y cuatro alumnos de la escuela Leopoldina Field necesitaron ayuda considerable, enmarcada en rojo. Mientras que, en la escuela Lassonde se refleja la menor puntuación como ayuda ocasional enmarcado en verde. En las tres escuelas la mayoría de los estudiantes lograron desarrollar la actividad con un mínimo de ayuda y sin ayuda.

**Tabla 2.** Datos de cantidad de alumnos de kínder por escala de evaluación.

	Escuela La Pita (Alanje)	Escuela Lassonde (David)	Escuela Leopoldina Field (Dolega)
Preescolar (Kinder) - Logra sin ayuda (5)	3	7	4
Preescolar (Kinder) - Logra con un mínimo de ayuda (4)	4	9	8
Preescolar (Kinder) - Logra con ayuda ocasional (3)	1	7	4
Preescolar (Kinder) - Logra con ayuda considerable (2)	1		4

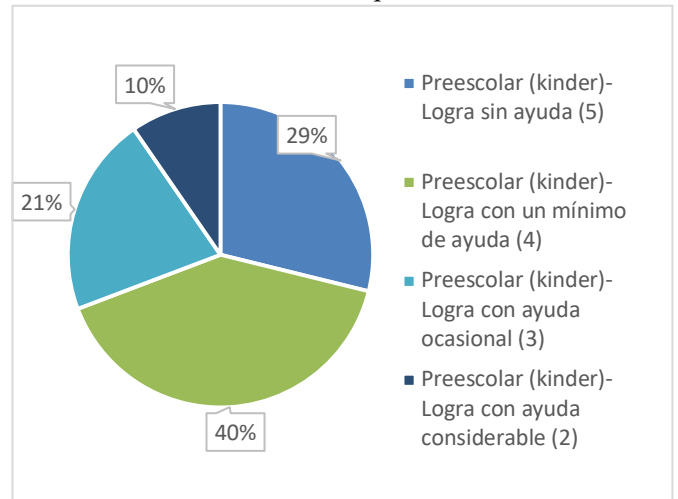
Una de las variables evaluadas en el pre-test fue *Recursos de robótica y secuencia de programación*. En este sentido, y con base a la tabla 1, se analizaron los resultados de las tres escuelas de manera conjunta, en donde los estudiantes lograron emplear a «Bee-Bot» y resolver los retos con una secuencia de programación de un mínimo de ayuda en un 38%, el 28% logra resolverlos sin ayuda, un 24% logra resolverlos con ayuda ocasional; mientras que el 10%, es decir, cinco estudiantes resuelven con ayuda considerable como se muestra en el recuadro rojo. Esto lo podemos observar en la figura 7.



**Figura 7.** Valoración para los ítems de uso de recurso de robótica y secuencia de programación

Una de las variables evaluadas fue el trabajo en equipo. La figura 8 muestra los resultados del total de estudiantes de las tres escuelas. Se puede apreciar que el

40% de los estudiantes logra trabajar en equipo con indicaciones mínimas, el 29% lo realiza sin indicarle nada, el 21% lo logra con ayuda ocasional, mientras que el 10% de los estudiantes de La Pita y Leopoldina Field lo realizan con ayuda considerable. Es evidente que el trabajo en equipo es un componente importante para el logro de los objetivos, a su vez permite desarrollar en los estudiantes habilidades de compañerismo.



**Figura 8.** Valoración para los ítems trabajo en equipo

Por limitaciones de espacio no se pueden poner todas las variables analizadas en el pre-test para pre-kínder.

A continuación, se describen los resultados obtenidos en la evaluación de los estudiantes de primer grado en el pre-test.

En la figura 9 se muestra que los alumnos en las escuelas Leopoldina Field, La Pita y Lassonde construyen soluciones sin ayuda y con un mínimo de ayuda. Mientras que se mantienen los 13 alumnos de las

escuelas Leopoldina Field enmarcado en rojo y 2 alumnos de la escuela Lassonde se les dificulta construir soluciones prácticas con ayuda ocasional enmarcado en verde.

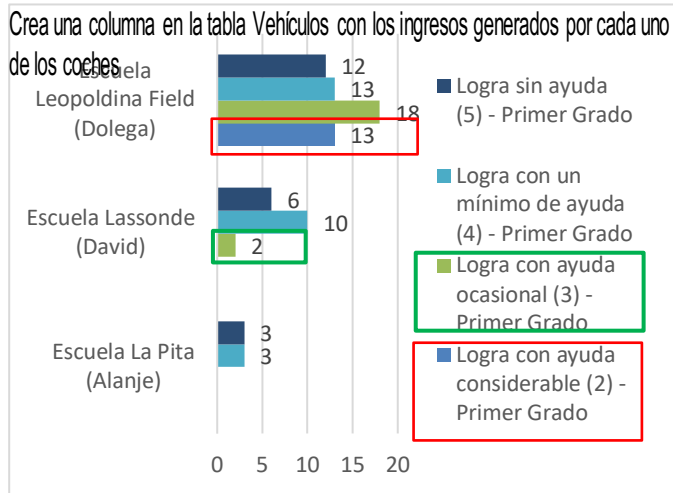


Figura 9. Valoración para el ítem construyen soluciones

Otras de las variables evaluadas en este nivel fue la Recursos de robótica, secuencia de programación y aprendizaje por indagación. Los alumnos en las tres escuelas hicieron uso de «Bee-Bot» ejecutando las secuencias de programación, aprendiendo por si mismos a realizarlas sin ayuda y con un mínimo de ayuda, realizando los retos adecuadamente. Sin embargo, existen niños que se les dificulta el uso del robot con ayuda considerable reflejado en la escuela Leopoldina Field son 13 alumnos los que se encuentran bajo esta condición, señalado en un recuadro rojo (ver figura 10).

Haciendo un análisis global luego de haber aplicado el pre-test en las Escuelas Lassonde y La Pita los alumnos no presentaron deficiencia significativa en su aprendizaje en la implementación del proyecto. Sin embargo, 13 estudiantes de la Escuela Leopoldina Field obtuvieron una valoración deficiente, esto significa que el alumno se estaba familiarizando en el uso de «Bee-Bot» por lo que le costaba realizar las instrucciones que se les indicaba. Además, las tres escuelas se mantuvieron en un rango de valoración como: bueno y excelente (ver figura 10).

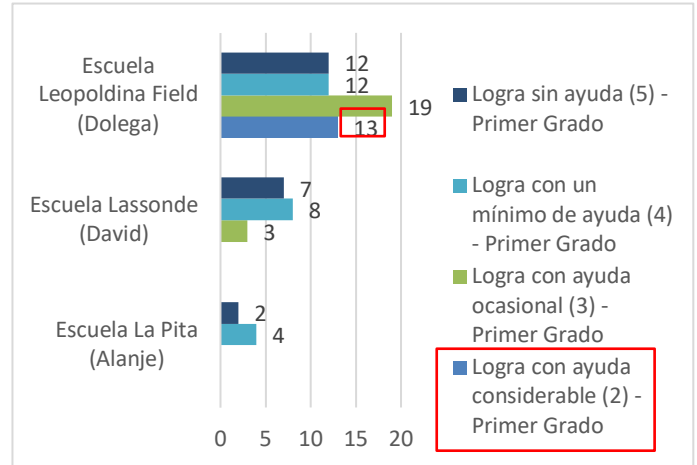


Figura 10. Valoración para el ítem recursos de robótica, secuencia de programación y aprendizaje por indagación

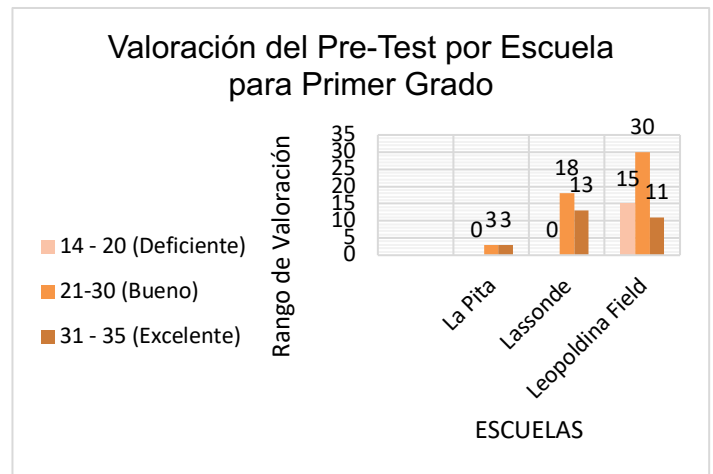


Figura 11. Valoración del pre-test a estudiantes de primer grado

## 5. Conclusiones y trabajo futuro

Luego de finalizado una de las etapas del proyecto se pueden generar algunas conclusiones.

Los procesos enseñanza-aprendizaje en el sector público suelen ser complejos, principalmente cuando se realizan actividades como reuniones, huelgas, paros, que obligan la suspensión de clases, o cuando ocurren incidentes como la falta del suministro de agua potable que obligan también a la suspensión de clases, esto suele ocurrir frecuentemente. En este sentido, muchas veces se debieron reprogramar las actividades y contenido, lo cual afectó a los estudiantes y al desarrollo del proyecto.

Escriba el teto aquí

El desconocimiento de los números en el caso puntual de primer grado, en algunos estudiantes no permitió avanzar como se tenía planificado. Sin embargo, se realizaron ajustes en las actividades para lograr los objetivos propuestos, cabe resaltar que este problema se presentó en las 3 escuelas donde se desarrolló el proyecto.

Mediante la aplicación las pruebas a los estudiantes de las tres escuelas donde se ha desarrollado e implementado el proyecto, se logró medir su avance de aprendizaje, si lograban o no cumplir con las indicaciones que se les daba. Se pudo terminar que hay algunos niños con deficiencia en el aprendizaje de las matemáticas.

Como trabajo futuro se pretende seguir implementados más actividades con miras a detectar dificultades de aprendizaje, rasgos de hiperactividad, discalculia, entre otras.

## Agradecimiento

Este proyecto fue financiado por la Secretaria Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación (SENACYT) contrato 191-2018. Agradecemos a las escuelas participantes del proyecto.

## Referencias

- [1] G. Chen, J. Shen, L. Barth-Cohen, S. Jiang, X. Huang, y M. Eltoukhy. Assessing elementary students' computational thinking in everyday reasoning and robotics programming. *Computers & Education*, 109, 162–175. Recuperado de <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2017.03.001>
- [2] J. Pertejo-López. Programación gráfica y robótica para fomentar la competencia matemática. Recuperado de <https://reunir.unir.net/handle/123456789/5717>, 2017.
- [3] P. Torres, E. García, L. Santos (2014). Guía Didáctica para el Responsable del Programa Robótica Educativa. [http://docente.dtsepyc.gob.mx/system/files/guia\\_didactica\\_robotica-2014-2015.pdf](http://docente.dtsepyc.gob.mx/system/files/guia_didactica_robotica-2014-2015.pdf)
- [4] S. Monsalves. Estudio sobre la utilidad de la robótica educativa desde la perspectiva del docente. *Revista de Pedagogía*, 32 (90), 81-117. 2011.
- [5] I. Moreno, L. Muñoz, J. Serracín, J. Quintero, K. Pittí y J. Quiel. La robótica educativa, una herramienta para la enseñanza-aprendizaje de las ciencias y las tecnologías. *Revista Teoría de la Educación y Cultura en la Sociedad de la Información*. 13(2), 74-90, 2012.
- [6] P. López, H. Andrade. Aprendizaje con robótica, algunas experiencias. *Revista Educación* 37(1), 43-63, 2013.
- [7] F. Benavides, X. Otegui, D. Aguirre, F. Andrade. Robótica educativa en Uruguay: de la mano del Robot Butiá. <https://www.colibri.udelar.edu.uy/handle/123456789/74041>. S. Jacobs and C. P. Bean, "Fine particles, thin films and exchange anisotropy," in *Magnetism*, vol. III, G. T. Rado and H. Suhl, Eds. New York: Academic, 1963, pp. 271–350, 2016.
- [8] A. Misirli & V. Komis. Robotics and programming concepts in early childhood education: A conceptual framework for designing educational scenarios. In *Research on e-Learning and ICT in Education* (pp. 99-118). Springer New York., 2014.
- [9] M. Di Lieto, E. Inguaggiato, E. Castro, F. Cecchi, G. Cioni, M. Dell’Omo & P. Dario. Educational Robotics intervention on Executive Functions in preschool children: A pilot study. *Computers in Human Behavior*, 71, 16-23, 2017.
- [10] Y. Caballero and A. García-Valcárcel. Development of computational thinking and collaborative learning in kindergarten using programmable educational robots: a teacher training experience. In *Proceedings of the 5th International Conference on Technological Ecosystems for Enhancing Multiculturality (TEEM 2017)*, Juan Manuel Dodero, María Soledad Ibarra Sáiz, and Iván Ruiz Rube (Eds.). ACM, New York, NY, USA, Article 5, 6 pages. DOI: <https://doi.org/10.1145/3144826.3145353>, 2017.
- [11] H. Taborda y D. Medina. Programación de computadores y desarrollo de habilidades de pensamiento en niños escolares: fase exploratoria, 1-20. 2012.