

# Uso de la robótica para el aprendizaje de las matemáticas en la educación primaria en la IES El Salitre, Hato, Cundinamarca

Clara. Corredor, Alexander. Gómez, Sergio. González, Edgar. Aguirre

## Abstract

E

El escenario de la educación es cambiante con problemas como el bajo ingreso a las universidades y el poco interés de los estudiantes de los colegios por ingresar a estudiar carreras con componentes de matemáticas y física como las ingenierías, así mismo existen problemáticas de género, uso de herramientas, capacidades matemáticas y verbales entre otras, este artículo entrega los resultados de la investigación realizada en la institución educativa departamental El Salitre, El Hato, Departamento de la Calera de Cundinamarca en Colombia, donde la problemática hace referencia a la dificultad de los estudiantes de realizar la lectura y representación de números romanos, así como la identificación de ángulos, este artículo responde a la pregunta de cómo la implementación de la robótica en la enseñanza de las matemáticas puede mejorar las competencias académicas de los estudiantes a través de un conjunto de actividades matemáticas utilizando la robótica desde el contexto STEM, como resultado se evidenció la mejora en el grupo de control demostrando la apropiación de la teoría a partir de las actividades realizadas

**Key words:** Robótica, Aprendizaje, Lego, STEM, números romanos, ángulos.

Recibido / Received: 13 de Febrero de 2019 Aprobado / Approved: 25 de Marzo de 2019

Tipo de artículo / Type of paper: Investigación científica y tecnológica

Afiliación Institucional de los autores / Institutional Affiliation of authors: Uniminuto

Autor para comunicaciones / Author communications: eaguirre@uniminuto.edu

Los autores declaran que no tienen conflicto de interés.

## Introducción

Uno de los grandes retos en los procesos de enseñanza en educación básica primaria corresponde al fortalecimiento de competencias en el área de matemáticas. Una opción para enfrentarse a estos retos es apoyarse en el uso de la robótica educativa como herramienta de aprendizaje [1], porque involucra el trabajo en diferentes áreas como electrónica, mecánica e informática entre otras, y cada una desde su enfoque aporta elementos para la solución de problemáticas específicas. Actualmente la robótica ha dejado de ser un sector exclusivo de la electrónica, es un aliado para la educación [2]. *“La robótica educativa, como un complemento tecnológico para las aulas, consiste en crear en las mismas un ambiente de aprendizaje dinámico y multidisciplinario”* [3], con el objetivo de complementar competencias específicas de los currículos académicos de una institución educativa, incentivando a los estudiantes al aprendizaje experiencial.

El presente artículo plantea la aplicación de unas pruebas en los temas de ángulos y números romanos que buscaron fortalecer las competencias en el área de matemáticas para estudiantes de básica primaria del grado tercero de la Institución Educativa Departamental El Salitre, sede El Hato, del municipio de la Calera, Departamento de Cundinamarca – Colombia, estas pruebas buscaron evaluar la experiencia de los estudiantes por medio de la aplicación de un cuestionario de entrada y salida.

Una evidencia de la problemática se refleja en los niveles bajos de competencias en el análisis matemático para resolver problemas y operaciones de multiplicación y división, que presentan los estudiantes de básica primaria. Así mismo en los cuestionarios de entrada realizados se evidenció la dificultad para resolver operaciones de sustracción, sumas con excedente, manejo de ángulos y representación de unidades en números.

A partir de la problemática encontrada se planteó la pregunta sobre si la implementación de la robótica en la enseñanza de las matemáticas puede fortalecer el cumplimiento de las competencias académicas establecidas para los niños y niñas del grado Tercero de La Institución Educativa Departamental El Salitre, sede El Hato, del municipio de La Calera.

## Antecedentes

La robótica educativa a nivel internacional se viene ofreciendo, por medio de talleres extracurriculares que buscan desarrollar habilidades y capacidades en el área de STEM para fortalecer competencias matemáticas encaminadas a educación primaria [4], [5] por medio de educación personalizada [6] diferente al aula de clase [7]. En la Corporación Universitaria Minuto de Dios-Uniminuto, en cooperación con la Universidad Carnegie Mellon y la Gobernación de Cundinamarca, se ha trabajado en colegios del departamento de Cundinamarca en la implementación de clases de robótica para el mejoramiento de las competencias académicas, a partir del uso de la tecnología en conjunto con una metodología STEM [8], para el caso particular el estudiante asocia el comportamiento del robot con ángulos, desplazamientos, operaciones matemáticas y trabajo en equipo entre otros. En el año 2014 EDUKATIVE de Barcelona España trabajó, con actividades extracurriculares, por medio de talleres, para fortalecer el aprendizaje de matemáticas a través del diseño y construcción de robots educativos con Legos [9]. En el año 2013 la Universidad del Quindío de Armenia realizó la “propuesta de un laboratorio de acceso industrial” que fue llevado a las comunidades con el objetivo de integrar a niños, jóvenes y adultos a través del desarrollo de diversas actividades [10]. En el año 2013 la Universidad Autónoma de Manizales creó la propuesta “club de robótica jugando con robots”, donde desarrollaron talleres extracurriculares, participaron estudiantes de las facultades de biomédica y electrónica, trabajando con niños y niñas de colegios públicos y privados, las actividades que realizaron se enfocaron en el diseño, ensamblaje y programación de robots educativos [11]. Otro antecedente de interés se da en Arequipa, Perú, en el año 2008 donde el Grupo EDUCATIVA, que es un centro de aprendizaje y formación de altas capacidades, realiza talleres de “robótica educativa y creativa” para formar a niños en las edades de tres años, la formación se realiza a través de actividades donde aprenden a diseñar, construir, programar y probar diferentes prototipos de robots, así mismo frecuentan talleres de “matemática creativa LEGO” donde exploran diferentes temáticas como manejo de geometría con el fin de que los pequeños a muy temprana edad sean capaces de ordenar, clasificar, reconocer números y desarrollar nociones espaciales [12].

A partir del 2011 la Pontificia Universidad Javeriana de Bogotá ha venido proponiendo la creación de espacios para la formación de los profesores en robótica educativa, con el fin de que ellos puedan incorporar el aprendizaje con la robótica en sus instituciones [13]. Bogotá como capital del país, realizó avances hacia la robótica, con anterioridad, desde el año 2010 viene organizando concursos inter universitarios de diseño, construcción y programación de robots educativos en plataforma LEGO [14][15]. Desde el 2010 “ingenio robótica y tecnología educativa” ofrece clases extracurriculares de robótica, que le permiten a los asistentes a los talleres de electrónica y robótica interactuar con los robots por medio de guías, de una manera práctica y sencilla.

## Conceptos

La robótica educativa es un sistema de aprendizaje multidisciplinario por medio de diversas actividades de construcción [16] tanto física como lógica, a nivel informático [17], mecánico y electrónico permite al estudiante el desarrollo de habilidades y competencias desde varios enfoques [18], teniendo elementos que motivan el continuo desarrollo académico. Es un espacio que da la oportunidad de creaciones propias y originales para un objetivo específico. La robótica educativa a su vez permite realizar una tarea de diversas formas sin estar atado a un modelo o ruta específica, ayuda a incentivar la creatividad, plantear pruebas que ayudan a un entendimiento y desarrollo adecuado de competencias [19], para los autores de este artículo la robótica educativa es: “Un modelo multidisciplinario de aprendizaje enfocado a desarrollar competencias académicas desde un punto vista informático, electrónico y mecánico; donde la participación del estudiante es lo más importante teniendo en cuenta su creatividad, pericia y persistencia dado que el éxito del proceso se basa en la prueba y error de los intentos generados a partir de la experimentación”. El enfoque teórico está basado en elementos pedagógicos y didácticos, inicialmente las pruebas se enfocaron en fortalecer la interpretación de números romanos y la construcción de ángulos.

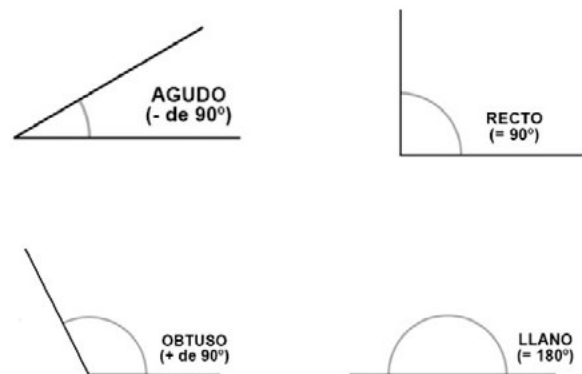
**Tabla 1.** Símbolos del sistema de numeración romana. Elaboración de los autores

Letra (símbolo)	I	V	X	L	C	D	M
Número	1	5	10	50	100	500	1000

El sistema de numeración romana se compone de siete letras las cuales corresponden a un valor equivalente, como se puede observar en la tabla 1.

Con respecto a los ángulos, se define el ángulo agudo como aquel conformado por dos semirrectas con amplitud mayor de  $0^\circ$  y menor de  $90^\circ$ , el ángulo recto es aquel conformado por dos semirrectas con amplitud de  $90^\circ$ , el ángulo obtuso es aquel conformado por dos semirrectas con amplitud mayor de  $90^\circ$  y menor de  $180^\circ$ , el ángulo llano es aquel conformado por dos semirrectas con amplitud de  $180^\circ$ , véase Fig 1.

**Figura. 1.** Clasificación de ángulos.



En los dispositivos Lego, el bloque NXT es considerado el cerebro del dispositivo, tiene una capacidad de almacenamiento de 64 Kb, cuatro (4) puertos de entrada que sirven para la conexión de los sensores y tres (3) puertos de salida para la conexión de los actuadores. En su interior cuenta con un software que permite interpretar la información obtenida de los sensores, permitiendo al LEGO identificar objetos, calcular rutas e identificar su localización. Su interfaz gráfica (GUI) es sencilla e intuitiva, permitiendo acceder a diferentes menús para que el usuario pueda hacer las pruebas o configuraciones necesarias, cuenta con un conjunto de sensores como el de luz que permite medir el brillo, bien sea de una superficie o de una fuente de color,

además de poder distinguir entre los colores blanco, negro y algunas tonalidades de gris. El sensor de color posee características similares al de luz (medición de brillo, sensibilidad a fuentes de luz y distinción de escala de grises), permite formar el modelo de color RGB (por sus siglas en inglés de Rojo, Verde y Azul), detectar los colores negro, azul, verde, amarillo, rojo y blanco. El sensor de sonido tiene capacidad para medir el ruido en el ambiente, su umbral alcanza los 90 dB, cabe aclarar que este sensor no distingue sonidos. El sensor táctil responde de forma positiva o negativa según lo estipulado en la programación inicial, con impulsos “falso” y “verdadero” a través de presión. El sensor ultrasónico está encargado de la medición a través de ondas sonoras de alta frecuencia entre un objetivo y el LEGO; aunque parezca ideal y exacto, este sensor tiene el problema que la forma y textura del objeto afecta en gran medida la exactitud de la medida. En condiciones ideales los objetos planos y sólidos representan la mejor precisión

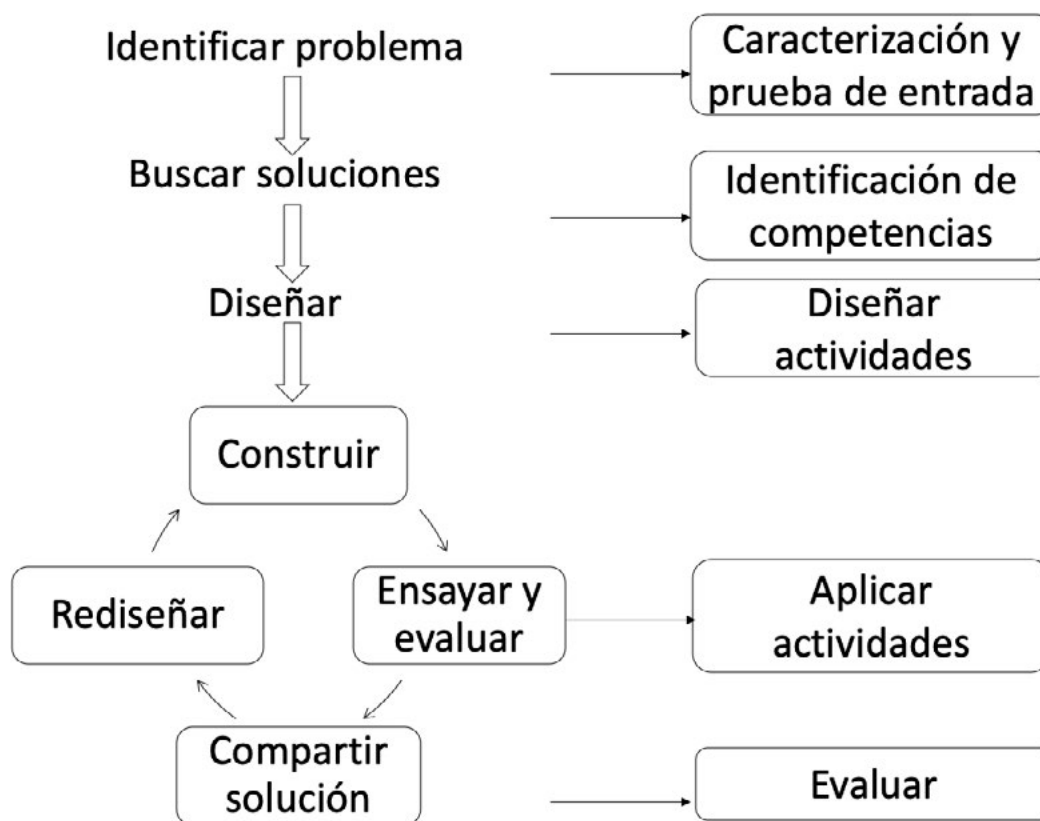
para la medición a través de las ondas. Los actuadores o motores permiten los movimientos precisos y de manera controlada (según la programación) mediante un control de rotación que se compone de un sensor de rotación, el éxito del movimiento depende no sólo de la programación también de la comunicación que exista con otros motores.

El software que utiliza LEGO para su programación se denomina NXT-G. Este software se basa en bloques de programación, tiene elementos que le permiten realizar acciones complejas como registro de datos de sensores y uso de constantes físicas, entre otras; los bloques se utilizan para determinar acciones, controlar motores y sensores.

## Metodología

La metodología se desarrolló en cinco fases como se describe en la Fig 2.

Figúra. 2. Modelo de metodología.



La primera fase consistió en identificar el problema, por medio de la caracterización del grado tercero del colegio, donde se realizó la recolección de información de estudiantes y definición de las variables de interés. En esta fase se aplicó la prueba de entrada basada en el análisis de los documentos pedagógicos del currículo de la Institución Educativa, la prueba de entrada antes de ser aplicada a la población objeto, pasó por una prueba piloto, análisis y rediseño.

La segunda fase consistió, en el acercamiento de los niños y niñas con el robot, por medio de actividades, buscando superar sus dificultades en procesos matemáticos. A partir de los resultados de la caracterización, record académico del primer periodo, resultados y prueba de entrada, se identificaron las competencias a trabajar.

La tercera fase fue el diseño de las actividades dependiendo de los resultados de la prueba de entrada.

La cuarta fase fue el desarrollo, aplicación y rediseño de las actividades para evaluar la pertinencia de estas, frente al fortalecimiento de las competencias de matemáticas del grado tercero que se seleccionaron.

La quinta fase consistió en la evaluación, por medio de la prueba de salida de los resultados de las actividades, la evaluación de impactos de corto plazo, el análisis de percepción de la población objeto y la población afectada.

## Desarrollo y resultados

Los estudiantes que realizaron las pruebas se encontraban en una zona semi rural y tienen un intervalo de edad que va de los 6 hasta los 10 años, donde el promedio de edad es de 8 años, lo cual corresponde al 67.9% de la población.

La prueba de entrada evaluó la temática vista en el área de matemáticas, los temas de la prueba fueron: pensamiento numérico basado en conjuntos, adición y sustracción, números romanos y pensamiento geométrico basado en ángulos.

La población de estudio esta conformada por 28 estudiantes 18 niñas y 10 niños, después de realizar la prueba de entrada y con los resultados de la prueba, se decidió dividir el grupo en dos partes. 14 estudiantes que siguieron su régimen académico sin intervención (grupo

control), y 14 estudiantes que presentaron las notas mas bajas en los resultados y llevaron a cabo actividades de robótica para el fortalecimiento de competencias académicas en las que se encontraron falencias según la prueba de entrada. Este último grupo se le dio el nombre de grupo experimental. Preguntas de la prueba de entrada:

1. Teniendo en cuenta que los conjuntos F y T:

\*  $F = \{a, e, i, o, u\}$

\*  $T = \{a, b, c, d, e, f, g, h, i, j, k, l, m, n, ñ, o, p, q, r, s, t, u, v, w, x, y, z\}$

Representar gráficamente la UNIÓN e INTERSECCIÓN de los conjuntos.

2. Escriba en letras o en números, según corresponda, las siguientes cantidades y ubíquelas en la tabla posicional (tabla 2).

\* 1.345.609

\* 300.007

\* 1.000.000

\* Nueve millones trescientos veintitrés mil

\* Ciento cuarenta y dos mil tres

\* Dos mil dos

Tabla II. Tabla posicional prueba de entrada. elaboración de los autores

Millón	Centenas de Mil	Decenas de Mil	Unidades de Mil	Centenas	Decenas	Unidades
--------	-----------------	----------------	-----------------	----------	---------	----------

3. Realice las siguientes operaciones:

345.789	978.352
+128.976	-349.478

4. Escriba las siguientes cantidades en números romanos

4 \_\_\_\_\_ 22 \_\_\_\_\_ 39 \_\_\_\_\_ 101 \_\_\_\_\_

5. Mida los siguientes ángulos Fig 3.

**Figura 3.** Prueba inspirada en el libro "Nuevas Estrategias En Matemáticas Atención A La Diversidad Cognitiva 3 Editorial Libros Y Libros S.A"



**Tabla III.** Promedio de la calificación por punto en la prueba de entrada del grupo control. de 14 estudiantes. elaboración de los autores

Pregunta 1	Pregunta 2	Pregunta 3	Pregunta 4	Pregunta 5
0.71	0.69	0.57	0.37	0.4

En la tabla 3 se observa en las primeras tres preguntas un rendimiento por encima del 50%, es decir, más de la mitad de los estudiantes comprenden, analizan y solucionan los problemas propuestos. Por lo anterior, las competencias a fortalecer en el área de matemáticas, apoyados en actividades con medios robóticos, fueron en pensamiento numérico: los números romanos, leer y representarlos, en pensamiento geométrico: plantear líneas, ángulos y figuras planas; la estrategia planteada fue usar el robot LEGO adaptado a los diferentes requerimientos.

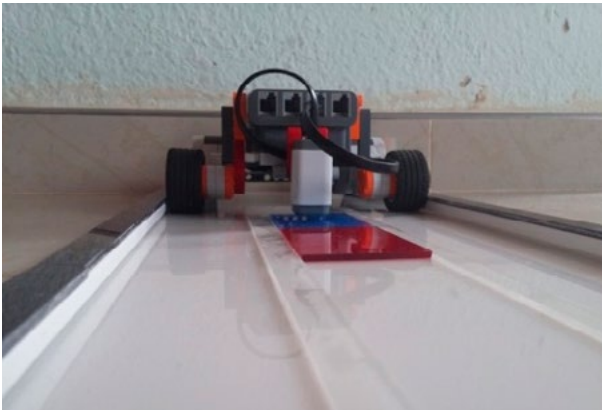
La primera actividad que se desarrolló fue la de ángulos Fig 4 Para dicho fin se crearon ocho módulos, cada uno con un ángulo que en su momento tuvo que ser medido. La unión de cuatro módulos creó una pista, la conexión entre módulos se hizo al ubicar de forma adecuada el color correspondiente al ángulo del módulo, con el fin que el robot pueda recorrer el circuito. Si el color de la ficha, colocada por el estudiante, corresponde al ángulo del módulo, el robot seguirá su trayectoria, en caso contrario se detendrá. El estudiante tendrá que corregir (medir) el ángulo erróneo e iniciar el recorrido. La cantidad de circuitos que se pueden combinar asciende a treinta y siete, lo cual permite eliminar la monotonía y ayuda a la concentración de la actividad.

**Figura 4.** Robot TIKO1 y pista para las actividades de ángulos. Elaboración de los autores



Para desarrollar las competencias referentes a los números romanos se preparó una pista lineal, Fig 5. En la cual, al ir avanzando el robot, este lee unas tarjetas de colores. Los colores de las tarjetas corresponden a un símbolo romano. Para facilitar el aprendizaje se dividió el proceso de tal forma que se armaran los números de decena en decena. Primero la decena de diez (que va de 1 a 10), luego la de veinte (va de 10 a 20), luego la de treinta (va de 20 a 30) y así sucesivamente. En su trayectoria el robot irá indicando en su pantalla la sumatoria de los símbolos que ha encontrado. En caso de haber una combinación que no corresponde a las usadas en la escritura de números romanos, el robot se detendrá y el estudiante tendrá que corregir la secuencia de las tarjetas de colores para iniciar el proceso.

**Figura 5.** Pista, fichas y niños identificando los números romanos. Elaboración de los autores.

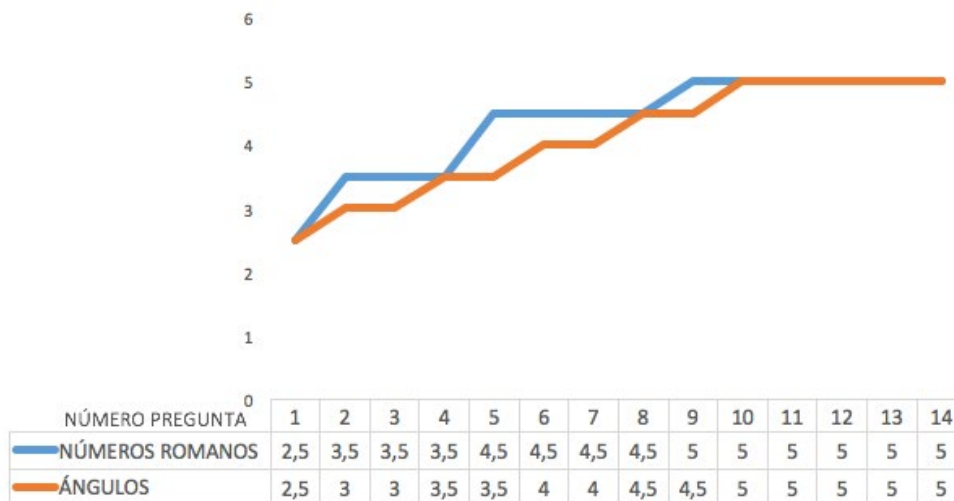


Después de cada actividad, bien haya sido ángulos o números romanos, se aplicó un quiz con el fin de evaluar si el estudiante interpretó y asimiló el conocimiento que

se pretendía compartir. Estos quizzes se hicieron con el mismo modelo de prueba de entrada, con el fin de dar una base a la evaluación de los estudiantes, es decir no cambiar el modelo, tipo de pregunta o extensión de temas, con esto se sigue una línea de evaluación que permite de la forma más objetiva posible evidenciar el desarrollo en las competencias académicas relacionadas.

En los quizzes de seguimiento, Fig 6 el promedio de los estudiantes del grupo experimental que superó la prueba fue de más del 75%. Esto significa que evidentemente, con el conocimiento adquirido y aplicado hay resultados positivos. Si bien no es una prueba de salida, es posible determinar que la actividad ha permitido un mejor entendimiento de las temáticas que al principio representaban un déficit generalizado, el grupo experimental obtiene un promedio de 4.36 para los números romanos y de 4.11 para ángulos.

**Figura 6.** Calificación obtenida en los quizzes de seguimiento ángulos y números romano. Elaboración de los autores



El quizz de números romanos, constaba de un enunciado con 10 preguntas. Cada respuesta acertada otorgaba al estudiante un 0,5, para un total de 5. En el caso del quiz de los ángulos, se tenía una sola pregunta con 5 enunciados, cada enunciado otorgaba una unidad para un total de 5.

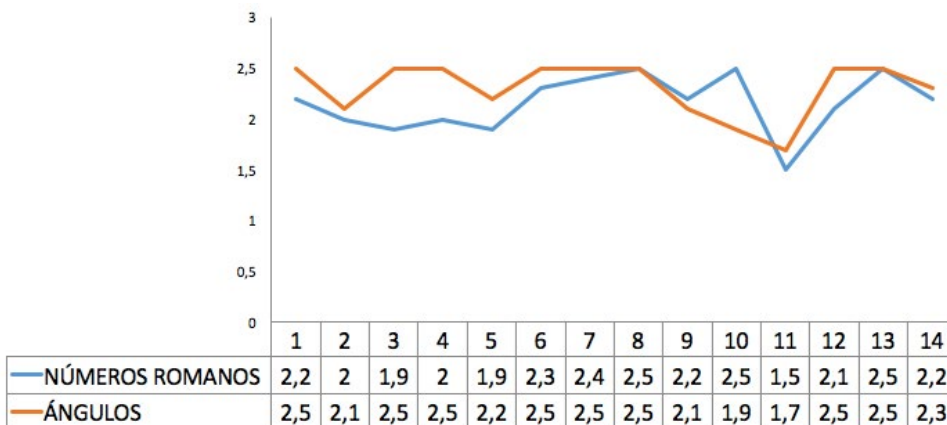
Se realizó la evaluación de la experiencia de los estudiantes por medio de la aplicación de una prueba de salida, para determinar el impacto de las actividades desarrolladas. Esta prueba en su lenguaje y estructura es similar a la prueba de entrada, con la diferencia que sólo enfoca las competencias que se buscó fortalecer, sólo con

preguntas respecto a números romanos y ángulos. La Fig 7 Muestra los resultados de la prueba de salida.

En la prueba de salida cada punto en su totalidad otorgaba 1.25. Al ser cuatro preguntas el total de la prueba es de 5. En lo que corresponde a números romanos había dos preguntas, cada una con diez puntos. El total para lo correspondiente a números romanos daba 2.5. En cuanto a los ángulos, también había dos preguntas, cada una tenía cuatro enunciados para responder. El total del sector de ángulos tenía un total de 2.5.

Al analizar los resultados que obtuvieron los estudiantes del grupo experimental en la prueba de salida, en comparación con la prueba de entrada, se observa una mejoría notable respecto al resultado de las competencias que se han trabajado.

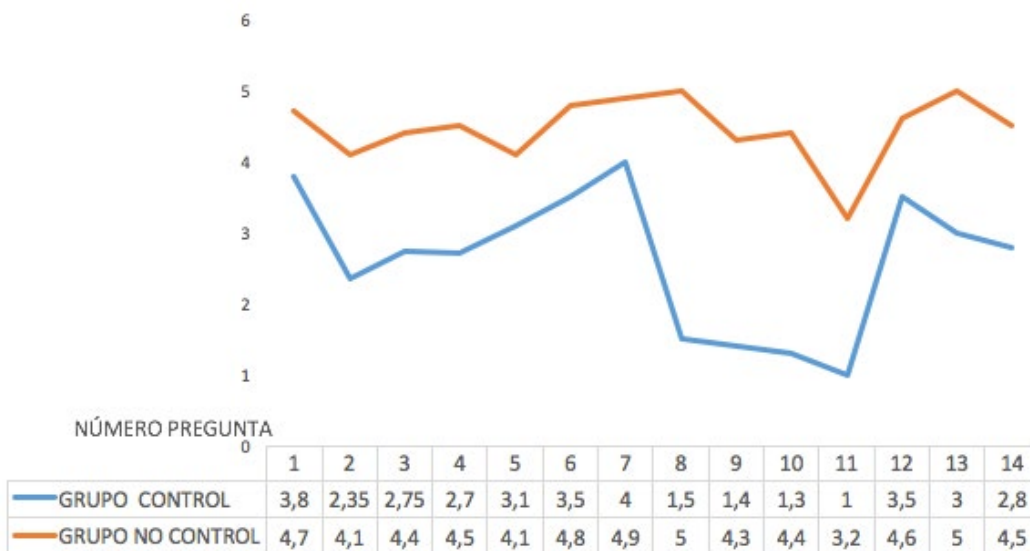
**Figura 7.** Calificación obtenida de las pruebas de salida.



Como se presentó anteriormente, la prueba de entrada tenía un total de cinco (5) preguntas. Cada una con un valor de una (1) unidad, para un total de cinco puntos. Por lo tanto la columna de puntaje total está sobre un valor de cinco (5) puntos, y los puntos de números romanos y ángulos cada uno están sobre un valor de un (1) punto. En el caso específico del primer estudiante (del grupo experimental), en la prueba de entrada obtuvo un puntaje de 2.7, es decir que él obtiene poco más del 50 % en respuestas correctas en la totalidad de

la prueba. En cuanto al puntaje de números romanos obtuvo un 0.25 sobre uno (1), lo cual indica que sólo tuvo un 25% de la prueba de forma correcta. En el caso de los ángulos no obtuvo puntaje alguno, por lo que su acierto corresponde a 0 %. Al revisar los resultados del estudiante en el proceso, en los quizzes evidenció una mejora y con la prueba de salida se establece que él logra desarrollar las competencias referentes a leer y representar números romanos, y relacionar líneas y medir ángulos en figuras planas.

**Figura 8.** Relación de calificaciones de prueba de salida entre el grupo de control y el de no control.





Los resultados obtenidos en la prueba de salida de los estudiantes que pertenecían al grupo control tienen una diferencia significativa con respecto al grupo experimental. El promedio de aprobación del grupo control fue del 52,43%, mientras que el promedio de aprobación del grupo experimental fue de 89,3%.

## Conclusiones

La población académica escogida, debido a su poco contacto con la tecnología y actividades relacionadas con la misma, responde de forma positiva, con entusiasmo y activa participación en las actividades propuestas. Un caso interesante son los estudiantes repitentes, los cuales no sólo mostraron un gran interés por la actividad, también obtuvieron mejores calificaciones.

El rango de edades que se manejaron no representó una incidencia significativa para el entendimiento de las actividades propuestas. Las actividades de trabajo lúdico y que representaron esfuerzo tanto grupal como individual se desarrollaron en completa normalidad y los estudiantes pudieron asimilar los conceptos de forma adecuada.

La robótica, gracias a su gama interdisciplinaria permite crear situaciones y actividades únicas para un objetivo específico. Las actividades para el desarrollo de las competencias de pensamiento numérico, números romanos y pensamiento geométrico, ángulos, permitieron una exploración adecuada de la mecánica del robot, así como una profundización a su programación. Se puede establecer que es posible profundizar el desarrollo a tal punto, que las actividades sean creadas por los mismos estudiantes, incentivando su creatividad, interpretación y proposición en base las competencias académicas vistas.

La mezcla de los ambientes informáticos, mecánico y electrónico permite al creador de las actividades profundizar en uno o todos los campos. Gracias a la flexibilidad que representa trabajar con estos campos, la experimentación puede ser muy amplia o por el contrario directo, lo cual incide en la cantidad de pruebas que se tienen que ejecutar para lograr un resultado final.

La prueba de entrada en comparación con la prueba de salida tanto a nivel individual como grupal, permiten concluir que las actividades propuestas en el presente

trabajo genera mayor compenetración para el desarrollo de las competencias matemáticas propuestas.

La robótica es una herramienta que manejada dentro de un ambiente académico y con objetivos claros sobre el desarrollo de las competencias que se quieren reforzar o aprender, resulta muy útil y ayuda con varios ejercicios tanto para el creador o desarrollador como para el estudiante que ejecuta la prueba. Su desarrollo puede ser inmediato o progresivo y su flexibilidad y gama de herramientas permite acomodarse a diferentes situaciones o necesidades específicas de la población, para las futuras investigaciones el siguiente paso de la investigación corresponde al trabajo la revisión de género y habilidades STEM.

## Referencias

- [1] A. M. Báez, Y. Martínez-López, O. L. Pérez, and R. Pérez, "Propuesta de tareas para el desarrollo del pensamiento variacional en estudiantes de ingeniería," *Form. Univ.*, vol. 10, no. 3, pp. 93–106, 2017, doi: 10.4067/S0718-50062017000300010.
- [2] M. D. Castro Rojas and A. L. Acuña Zuñiga, "Propuesta comunitaria con robótica educativa: valoración y resultados de aprendizaje," *Teoría la Educ. en la Soc. la Inf.*, vol. 13, 2012.
- [3] EDUMEDIA, "SISTEMA AULA RED21," 2013. [Online]. Available: <http://www.aulared21.com/robotica-educativa/>.
- [4] H. Y. Li and P. C. Lu and J. C. Liang, "Exploring the Four Aspects of the Robotics Learning for High School Students: Designing of Robotics Structure, Language Programming, Single-Chips Controller and Communication Process," *2016 5th IIAI International Congress on Advanced Applied Informatics (IIAI-AAI)*, 2016. [Online]. Available: <http://ieeexplore.ieee.org.bdigital.udistrital.edu.co:8080/document/7557801/>. [Accessed: 24-Oct-2016].
- [5] E. S. and J. L. and Y. A. R. and A. M. P. and J. M. and M. G. and P. Valdastri, "STORMLab for STEM Education: An Affordable Modular Robotic Kit for Integrated Science, Technology, Engineering, and Math Education," *IEEE Robot. Autom. Mag.*, vol. 23, pp. 47–55, 2016.

- [6] C. A. B. and S. L. R. and T. E. Rogers, "Robotics for All Ages: A Standard Robotics Curriculum for K-16," *IEEE Robot. Autom. Mag.*, vol. 23, pp. 40–46, 2016.
- [7] P. B. and A. B. and R. M. C. and M. M. C. and J. M. and L. Barroso, "STEM summer camp follow up study: Effects on students' SAT scores and postsecondary matriculation," *Front. Educ. Conf. (FIE), 2015. 32614 2015. IEEE*, pp. 1–8, 2015.
- [8] V. G. Cardozo, "Programa stem robótica Unimnuto-icarnegie: competencias para la formación de futuros ingenieros," *Encuentro Int. Educ. en Ing. ACOFI*, 2016.
- [9] EDUCATIVA, "GRUPO EDUCATIVA, La Alegría de aprender diferente," 2014. [Online]. Available: <http://www.grupoeducativa.com.pe/>. [Accessed: 29-Sep-2016].
- [10] J. A. Buitrago, "PROPUESTA DE UN LABORATORIO DE ACCESO REMOTO PARA LA ENSEÑANZA DE LA ROBÓTICA INDUSTRIAL," *Innov. en Investig. y Educ. en Ing.*
- [11] R. D. F. H. Carlos Alberto Cortés Aguirre, "CLUB DE ROBÓTICA: JUGANDO CON ROBOTS," *Innov. en Investig. y Educ. en Ing.*, 2013.
- [12] E. G. Meza Coronado, Catherine Paola; Escobedo Del Carpio, "Uso del entorno personal de aprendizaje (PLE) para el desarrollo de actitudes hacia la ciencia en estudiantes del quinto grado de educación secundaria de una institución educativa pública de Arequipa," PUCP, 2016.
- [13] F. A. F. G. Bravo Sánchez, "La robótica como un recurso para facilitar el aprendizaje y desarrollo de competencias generales," *Teor. la Educ. Educ. y Cult. en la Soc. la Inf.*, vol. 13, pp. 120–136, 2012.
- [14] L. A. Jiménez Hernández, "Enseñanza de la tecnología basada en cursos de robótica práctica: proyectos educativos con lego y con dispositivos propios," *VII Jornadas Nac. sobre la Form. del Profr.*, 2013.
- [15] E. A. Aguirre and S. G. Gil, "Articulación de la Robótica como Eje de Formación Interdisciplinar en el Programa de Tecnología en Electrónica de UNIMINUTO Sede Principal," 2014.
- [16] S. O. A. R. P. Barros, A. M. F. Burlamaqui, "CardBot - Assistive Technology for Visually Impaired in Educational Robotics: Experiments and Results," *IEEE Lat. Am. Trans.*, vol. 15, pp. 517–527, 2015.
- [17] E. A. Y. Fernandes, "EducAval: Towards Assessment of Educational Robotics Softwares," *IEEE Lat. Am. Trans.*, vol. 15, pp. 720–728, 2015.
- [18] M. G. Legua, "robotica educativa," in *Seminario Internacional, Tecnologías de la Información y las Comunicaciones aplicadas a la Educación.*, 2011.
- [19] Lego, "Ladrillo imagen." [Online]. Available: [http://codigo21.educacion.navarra.es/wp-content/uploads/2015/09/lego\\_nxt.png](http://codigo21.educacion.navarra.es/wp-content/uploads/2015/09/lego_nxt.png). [Accessed: 24-Oct-2016].

---

## Los Autores



---

### Clara Corredor Quintero

Tecnóloga en Electrónica graduada de la Corporación Universitaria Minuto de Dios, correo: claracorredor14@gmail.com  
ORCID: 0000-0003-4460-9638



---

### Alexander Gomez Bello

Magister en Docencia e Investigación Universitaria de la Universidad Sergio Arboleda, Ingeniero Electrónico de la Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia. Profesor universitario, correo: iexandergo@gmail.com  
ORCID: 0000-0001-7347-2787



---

### Sergio Gonzalez Gil

Magister en Administración de Empresas de la Universidad Viña del Mar, Especialista en Telecomunicaciones móviles, Pedagogía y Docencia Universitaria y Gestión de proyectos de desarrollo, Ingeniero Electrónico de la Universidad Antonio Nariño, sus líneas actuales de investigación son educación, robótica y telecomunicaciones. Correo segonzalez@uniminuto.edu  
ORCID: 0000-0002-4780-049X



---

### Edgar Aguirre Buenaventura

Estudiante de Doctorado en Ingeniería de la Universidad Distrital Francisco José de Caldas y trabaja como coordinador de la maestría en agronía y es profesor en el Programa de Tecnología en Electrónica de la Corporación Universitaria Minuto de Dios. Sus líneas actuales de investigación son sistemas de alertas tempranas, sistemas multiagente, robótica y agrónoma. Correo, eaguire@uniminuto.edu  
ORCID: 0000-0001-7711-5437